



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 070 676 B1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
24.03.2004 Patentblatt 2004/13

(51) Int Cl.7: **B65H 54/28**

(21) Anmeldenummer: **99113946.0**

(22) Anmeldetag: **17.07.1999**

(54) **Verfahren und Vorrichtung zum Aufwickeln eines Fadens auf eine Spule**

Method and apparatus for winding a yarn on a bobbin

Procédé et dispositif pour bobiner un fil textile

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**

(74) Vertreter: **Dittrich, Horst, Dr.
Siemens Building Technologies AG,
Fire & Security Products
8708 Männedorf (CH)**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
24.01.2001 Patentblatt 2001/04

(56) Entgegenhaltungen:
**EP-A- 0 302 461 EP-A- 0 453 622
EP-A- 0 927 694 DE-A- 3 516 475**

(73) Patentinhaber: **Schärer Schweiter Mettler AG
8812 Horgen (CH)**

(72) Erfinder: **Schaad Marc
CH-5600 Lenzburg (CH)**

• **PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no.
321 (M-1147), 15. August 1991 (1991-08-15) & JP
03 120160 A (MURATA MACH LTD), 22. Mai 1991
(1991-05-22)**

EP 1 070 676 B1

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

Beschreibung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft ein Verfahren zum Aufwickeln eines Fadens auf eine Spule, bei welchem der Faden von einem im wesentlichen parallel zur Spulenachse hin- und hergehend antreibbaren Fadenführer geführt und zwischen dem Fadenführer und dem Ablagepunkt auf der Spule ein freies Fadenstück, die sogenannte Schlepplänge, gebildet ist, und bei welchem die Länge des Hubs des Fadenführers und die Fadenablage beliebig variabel sind.

[0002] Bei allen heute eingesetzten Spulsystemen mit einer Einrichtung zur Fadenverlegung ist die Schlepplänge vorhanden, die je nach verwendetem Verlegesystem sehr unterschiedlich sein kann. Als Beispiele für moderne Spulsysteme seien die in der EP-A-0 453 622, EP-A-0 829 444 und EP-A-0 838 422 beschriebenen Aufwickelvorrichtungen erwähnt, wobei die ersten beiden dieser Spulsysteme nach dem eingangs genannten Verfahren arbeiten. Bei diesen Systemen ist zu beobachten, dass das auf der Spulenhülle abgelagerte Fadenpaket einen kleineren Hub hat als der Fadenführer, was selbstverständlich unerwünscht ist, weil alleine schon aus Gründen der genauen Einstellbarkeit und Reproduzierbarkeit die genannten Hübe identisch sein sollten.

[0003] Untersuchungen haben gezeigt, dass die Hubverkürzung proportional zur Schlepplänge und zur Verlegegeschwindigkeit zunimmt. Die an sich naheliegenden Massnahmen zur Verringerung der Hubverkürzung, nämlich Reduktion der Schlepplänge und/oder der Verlegegeschwindigkeit können aber aus naheliegenden Gründen nicht eingesetzt werden. Denn eine Reduktion der Verlegegeschwindigkeit würde dem allgemeinen Trend der ständigen Produktivitätssteigerung widersprechen, und die Schlepplänge muss eine gewisse Mindestgrösse aufweisen, um die Gefahr von Beschädigung des Fadenführers und/oder der Spule auszuschalten.

[0004] Durch die Erfindung sollen nun ein Verfahren und eine Vorrichtung angegeben werden, durch welche die genannte Hubverkürzung kompensiert und in geeigneter Weise ausgeglichen oder bei der Spulherstellung bewusst eingesetzt werden kann.

[0005] Die gestellte Aufgabe wird erfindungsgemäss dadurch gelöst, dass aus einem oder mehreren der Parameter Spulgeschwindigkeit, Fadenverlegegeschwindigkeit, Fadenführerbeschleunigung, Fadenführerverzögerung und Abstand zwischen Fadenführer und Spule die Hubverkürzung auf der Spule berechnet und für eine positionsgenaue Ablage des Fadens auf der Spule verwendet wird.

[0006] Der Hauptvorteil des erfindungsgemässen Verfahrens besteht darin, dass es eine positionsgenaue Ablage des Fadens auf der Hülse ermöglicht, ohne dass die Schlepplänge oder die Fadenverlegegeschwindigkeit reduziert werden müssen. Man vermeidet dadurch die Gefahr der Beschädigung der Spule und/oder des Fadenführers und erhält einen grösseren Spielraum für die Anordnung der mechanischen Teile. Ausserdem kann auf eine Stützwalze verzichtet werden, was bekanntlich mit einer markanten Änderung der Schlepplänge über die Spulreise verbunden ist. Diese Einsparung ist deswegen möglich, weil die erfindungsgemässe Methode der Berechnung der Hubverkürzung aus den genannten Parametern selbstverständlich Schwankungen der Schlepplänge mitberücksichtigt und kompensiert.

[0007] Der Verzicht auf die Stützwalze ist besonders bei der Herstellung sogenannter Kingspools, das sind Spulen auf Hülsen mit einseitigem, komischem Flansch, sehr vorteilhaft, weil dann ein wesentlich kürzerer Fadenführer eingesetzt werden kann, was sich auf die Lebensdauer des Antriebs und auf die Verlegegeschwindigkeit positiv auswirkt. Ausserdem braucht der Abstand zwischen Hülse und Verlegeaggregat nicht an den jeweiligen Hülsendurchmesser angepasst zu werden.

[0008] Eine erste bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass anhand der berechneten Hubverkürzung die Spulgeschwindigkeit und/oder die Fadenverlegegeschwindigkeit so geregelt werden, dass ein vorgegebener Wert oder vorgegebene Werte der Hubverkürzung resultiert beziehungsweise resultieren.

[0009] Eine zweite bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass anhand der berechneten Hubverkürzung die Spulgeschwindigkeit und/oder die Fadenverlegegeschwindigkeit und/oder der Hub des Fadenführers so geregelt werden, dass beliebige rotationssymmetrische Spulen aufgebaut werden.

[0010] Eine dritte bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass zylindrische, bikonische oder konische Spulen ohne Verwendung einer Stützwalze hergestellt werden.

[0011] Eine weitere bevorzugte Ausführungsform des erfindungsgemässen Verfahrens ist dadurch gekennzeichnet, dass Kingspools oder Flanschspulen ohne Verwendung einer Stützwalze hergestellt werden.

[0012] Die Erfindung betrifft weiter eine Vorrichtung zum Aufwickeln eines Fadens auf eine Spule, mit einem im wesentlichen parallel zur Spulenachse hin- und hergehend antreibbaren Fadenführer und mit einer elektronischen Steuerung, mit der insbesondere die Länge des Hubs des Fadenführers und die Fadenablage beliebig variabel sind.

[0013] Die erfindungsgemässe Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass die Steuerung einen Algorithmus enthält, mit welchem aus einem oder mehreren der Parameter Spulgeschwindigkeit, Fadenverlegegeschwindigkeit, Fadenführerbeschleunigung, Fadenführerverzögerung und Abstand zwischen Fadenführer und Spule die Hubverkürzung auf der Spule berechenbar und für eine positionsgenaue Ablage des Fadens auf der Spule verwendbar ist.

[0014] Mit der erfindungsgemässen Vorrichtung können ohne Stützwalzen beliebige Spulen hergestellt werden, ne-

ben den schon erwähnten Kingspools beispielsweise zylindrische, bikonische und konische Spulen, rotationssymmetrische Spulen jeglicher Form, auf Hülsen mit einseitigem Konus oder doppelseitigen Konen oder mit Absätzen, und es können die bei Stufenpräzisionswicklung auftretenden Hubänderungen bei den Geschwindigkeitssprüngen kompensiert werden. Selbstverständlich kann der Algorithmus neben der Stufenpräzisionswicklung auch bei den anderen Wickeigesetzen wie wilde Wicklung, Präzisionswicklung und Parallelwicklungen eingesetzt werden.

[0015] Eine erste bevorzugte Ausführungsform ist dadurch gekennzeichnet, dass aus den Parametern Fadenführergeschwindigkeit, Fadenführerbeschleunigung, Fadenführerverzögerung und Hublänge die Berechnung der Bahnkurve des Fadenführers erfolgt.

[0016] Eine zweite bevorzugte Ausführungsform der erfindungsgemässen Vorrichtung ist dadurch gekennzeichnet, dass mittels der Bahnkurve des Fadenführers und der Parameter Anfangsposition des Fadens, Abstand zwischen Fadenführer und Spule, Hülsendurchmesser und Spulgeschwindigkeit die Berechnung des Ablagepunkts des Fadens auf der Spule erfolgt.

[0017] Im folgenden wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels und der Zeichnungen näher erläutert; es zeigen:

Fig. 1, 2 schematische Darstellungen der Spulstelle einer Spulmaschine in zwei Ansichten; und
Fig. 3 ein Diagramm zur Funktionserläuterung.

[0018] Die in den Fig. 1 und 2 dargestellte Spulstelle besteht im wesentlichen aus einer von einem Motor 1 antreibbaren Spindel 2 zur Aufnahme und Halterung einer Spulenhülse 3, auf die eine Spule 4, beispielsweise eine Kreuzspule, aufgewickelt wird, und aus einer Einrichtung 5 zur Verlegung eines Fadens F, der durch ein nicht dargestelltes Lieferwerk von einer ebenfalls nicht dargestellten Vorratsspule abgezogen und durch einen Einlauffadenführer 6 der Fadenverlegung 5 zugeführt wird. Die Spule 4 kann längs einer Mantellinie auf einer frei drehbaren Walze (nicht dargestellt) aufliegen, die auf einem geeigneten Trägerteil der Spulmaschine montiert ist. Wenn eine solche Walze verwendet wird, so ist es auf keinen Fall erforderlich, dass diese wie die Stützwalze bei bekannten Spuleinrichtungen zwischen der Fadenverlegung 5 und der Spule 4 angeordnet ist.

[0019] Die Fadenverlegung 5, die zur Herstellung der gewünschten Wicklung dient, enthält als wesentliches Element einen von einem Motor 7 angetriebenen Fadenführer 8, der im wesentlichen parallel zur Achse der Spule 4 eine hin- und hergehende Changierbewegung ausführt. Spulstellen dieser Art sind beispielsweise in der EP-A-0 453 622, der EP-A- 0 829 444 und der EP-A-0 829 444 beschrieben, auf welche hiermit ausdrücklich Bezug genommen wird.

[0020] Der Spindelmotor 1 und der Fadenführermotor 7 sind mit einer programmierbaren Steuerung 9 verbunden, welcher unter anderem die Drehzahlen der beiden Motoren 1 und 7 sowie Signale eines Sensors für die Position des Fadenführers 8 zugeführt sind. Die Steuerung 9 enthält ausserdem die Grundprogramme für die üblichen Wickelgesetze (wilde Wicklung, Präzisionswicklung, Stufenpräzisionswicklung, konische Wicklungen mit entsprechenden Geschwindigkeitsprofilen) und bestimmte Parameter. In der Steuerung 9 werden daraus die Wege, Geschwindigkeiten und Beschleunigungen für den Fadenführermotor 7 und die Drehzahl für den Spulmotor 1 aufgrund der jeweils zur Anwendung kommenden Wickelgesetze berechnet und die Motoren 1 und 7 werden entsprechend angesteuert.

[0021] Die Steuerung enthält ausserdem einen Algorithmus, mit welchem aus einem oder mehreren der Parameter Spulengeschwindigkeit, Fadenverlegegeschwindigkeit, Fadenführerbeschleunigung, Fadenführerverzögerung und Abstand zwischen Fadenführer und Spule die relativ zum Hub des Fadenführers entstehende Hubverkürzung auf der Spule berechnet und für eine positionsgenaue Ablage des Fadens F auf der Spule 4 verwendet wird. Letzteres bedeutet, dass einige der genannten Parameter, beispielsweise die Fadenverlegegeschwindigkeit und/oder die Spulengeschwindigkeit so variiert werden, dass die genannte Hubverkürzung einen bestimmten, reproduzierbaren Wert annimmt, wobei dieser Wert selbstverständlich auch gleich null sein kann.

[0022] Das bedeutet, dass aufgrund der genauen Kenntnis des Ablagepunktes des Fadens F auf der Spule einige der genannten Parameter so gesteuert werden können, dass die Herstellung beliebiger rotationssymmetrischer Spulen möglich ist. Solche Spulen sind beispielsweise zylindrische, bikonische oder konische Spulen, Kingspools oder Flanschspulen, und zwar jeweils ohne Stützwalze. Eine weitere Möglichkeit, welche der nachfolgend als "Schlepplängenalgorithmus" bezeichnete Algorithmus bietet, ist die freie Einstellbarkeit des Abstands zwischen Fadenführer 8 und Spule 4. Die Hubverkürzung auf der Hülse ist umso grösser, je grösser die Schleplänge und die Verlegegeschwindigkeit sind, wobei die Schleplänge das freie Fadenstück zwischen dem Fadenführer 8 und dem Ablagepunkt des Fadens F auf der Spule 4 bezeichnet.

[0023] Fig. 3 zeigt in einem Diagramm die Abhängigkeit der Hubverkürzung ΔH von der Verlegegeschwindigkeit für verschiedene Spulendurchmesser D, wobei die einseitige Hubverkürzung in Millimetern eingetragen ist. Die einzelnen Kurven + bis K6 beziehen sich von unten nach oben auf folgende Verlegegeschwindigkeiten: K1= 0.5, K2=1, K3=2, K4=3, K5=4 und K6=5m/s. Man kann der Figur entnehmen, dass die Hubverkürzung bei einem Hub des Fadenführers 8 von 200 mm bei einem kleinem Spulendurchmesser von 20mm schon bei einer mittleren Verlegegeschwindigkeit K3 von 2m/s etwa 8 mm und bei 5m/s über 18 mm beträgt.

EP 1 070 676 B1

[0024] Der Schleplängenalgorithmus berechnet zuerst aus den Parametern Fadenführergeschwindigkeit, Fadenführerbeschleunigung, Fadenführerverzögerung und aus der Hublänge, die prinzipiell der Länge der Spule 4 gleich sein sollte, die Bahnkurve des Fadenführers 8. Aus den Beschleunigungs- und Verzögerungszeiten werden die vom Fadenführer während der Beschleunigungs-, Verzögerungs- und Konstantfahrphase zurückgelegten Wegstrecken und aus diesen die Hubzeit und die Bahnkurve berechnet.

[0025] Anschliessend wird mittels der Bahnkurve des Fadenführers, der Anfangsposition des Fadens, des Abstands zwischen Fadenführer und Spule, des Hülsendurchmessers und der Spulgeschwindigkeit der Ablagepunkt des Fadens berechnet, das ist derjenige Punkt der Packung, an dem der Faden im Zeitpunkt t abgelegt wird. Die Formel für die Berechnung des Ablagepunkts ist eine Differentialgleichung 1. Ordnung, die vorzugsweise numerisch, nämlich mit dem klassischen Runge-Kutta-Verfahren 4. Ordnung gelöst wird.

[0026] Es folgt das Programmlisting zur Berechnung der Fadenablage, wobei folgende Eingabegrößen verwendet werden:

- x, y, z : Koordinatenrichtungen (siehe Fig. 1 und 2)
- p : fiktive Koordinate für die Berechnung des Ablagepunkts
- x_{ff} : Fadenführerposition in x -Richtung
- z_{ff} : Fadenführerposition in z -Richtung
- vc : Fadenführergeschwindigkeit
- n : Anzahl Messwerte pro Hub
- nd : Anzahl zu berechnender Packungsdurchmesser
- $vspul$: Spulgeschwindigkeit
- mi : Anzahl Integrationsschritte für die Berechnung des Runge-Kutta-Verfahrens
- rm : Anzahl Vorperioden, die gerechnet werden
- hb : Hubbreite
- d : Hülsendurchmesser
- d_{end} : Enddurchmesser der Spule
- ab : Fadenführerbeschleunigung
- av : Fadenführerverzögerung
- vc : Fadenführergeschwindigkeit
- $y0_t$: Anfangsposition des Fadens

```

//Das Programm dient zur Berechnung der Fadenablage der in der EP-A-0 453 622 beschriebe-
//nen Changierung
//Berechnet wird die Hubverkürzung bei zunehmendem Packungsdurchmesser
5 //-----
//-----

#include <iostream.h> //deklariert die Ausgabefunktion cout
#include <math.h> //deklariert sin,cos,tan,abs
10 #include <fstream.h> //

const double pi=3.1415926535; //Minima und Maxima abspeichern
double mima[100][2][2];

15 //Fadenführervariable-----
double x;
double xt;
double x_speicher[20000];
double xt_speicher[20000];
20

double y; //Fadenführerauslenkung in y-Richtung
double yt; //Fadenführergeschwindigkeit in y-Richtung
double y_speicher[20000]; //
double yt_speicher[20000];
25

double z;
double zt;
double z_speicher[20000];
double zt_speicher[20000];
30 //Ablagepunktvariable-----
double x_t;
double xt_t;
double x_t_speicher[20000];
double xt_t_speicher[20000];
35

double y_t; //Fadenführerauslenkung in y-Richtung auf Tw.
double yt_t; //Fadenführergeschwindigkeit in y-Richtung auf Tw.
double y_t_speicher[20000]; //
double yt_t_speicher[20000];
40

double z_t;
double zt_t;
double z_t_speicher[20000];
double zt_t_speicher[20000];
45 //-----
double p_t;
double pt_t;

double dt; //Iterationszeitschritt
double t_hub; //Aufiterierte Zeit
50

bool speicher_ein=false; //Nach den Vorperioden werden die Daten abgespeichert

```

55

```

//-----
//Minima und Maxima
//-----
5
void Mima1(double y,double y_t,int anz_d){
//Minima bestimmen
    if (mima[anz_d][1][1]>y){
        mima[anz_d][1][1]=y;
10
    }
    if (mima[anz_d][1][2]>y_t){
        mima[anz_d][1][2]=y_t;
    }
//Maxima bestimmen
15
    if (mima[anz_d][2][1]<y){
        mima[anz_d][2][1]=y;
    }
    if (mima[anz_d][2][2]<y_t){
        mima[anz_d][2][2]=y_t;
20
    }
}
//-----
//Berechnung der Fadenauslenkung auf der virtuellen Platte. Der Ort des Fadenablagepunktes
//auf der Tachowalze und die Ableitung des Ortes nach der Zeit
//-----
25

void OF(double d2,double omegat,double z_ff,double x_ff,double tt,double qq){
//d2          Tachowalzenradius
//omegat      Winkelgeschwindigkeit der Tachowalze
30
//z_ff       z-Koordinate des Fadenführers bezogen auf die Tachowalzenachse
//x_ff       x-Koordinate des Fadenführers bezogen auf die Tachowalzenachse

    double mue;
    double aa;
    double a;
    double kappa;
    double l;
35

    if (x_ff==0){
        mue=pi/2;
    }
    else{
        mue=atan(z_ff/x_ff);
40
    }
    aa=(z_ff*z_ff)+(x_ff*x_ff);
    a=sqrt(aa);
    kappa=acos(d2/a);
    l=(mue-kappa)*d2;
45

    p_t=omegat*tt*d2+l;
    pt_t=omegat*d2;
    yt_t=pt_t*(y-qq)/sqrt(aa-d2*d2);
50

}
55

```

```

//-----
//Berechnung des Fadenablagepunktes auf der Tachowalze zu einem späteren Zeitpunkt durch
//Integration nach Runge-Kutta
//-----
5
void OFT(double d2,double omegat,int ni,int rtg,double vc,double x_ff,
        double z_ff){
//d2          Tachowalzenradius
//gamma       Neigungswinkel der Changierung
10 //omegat     Winkelgeschwindigkeit der Tachowalze
//ni          Anzahl Integrationsschritte nach Runge-Kutta

        int ii;

15         double dti;
        double dtih;
        double te;
        double y_te;

20         double k1;
        double k2;
        double k3;
        double k4;

25         dti=dt/ni;
        dtih=dti/2;

        te=t_hub;
        y_te=y_t;
30

        for (ii=0;ii<ni;ii++){
                OF(d2,omegat,z_ff,x_ff,te,y_te);
                k1=dti*y_t;
35                OF(d2,omegat,z_ff,x_ff,te+dtih,y_te+k1/2);
                k2=dti*y_t;
                OF(d2,omegat,z_ff,x_ff,te+dtih,y_te+k2/2);
                k3=dti*y_t;
                OF(d2,omegat,z_ff,x_ff,te+dti,y_te+k3);
40                k4=dti*y_t;
                te=te+dti;
                y_te=y_te+(k1+2*(k2+k3)+k4)/6;
        }
        y_t=y_te;
45 }

//-----
//Der Ablagepunkt des Fadens auf der Tachowalze wird berechnet
//-----
50 void PQ(double z_ff,double x_ff,double vc,double d2,int ni,double omegat,double t_h,
        int schritte_b,int schritte_c,int schritte_v,int schritte_tot,
        double hilfsfaktor_b,double hilfsfaktor_v,int periode,int anz_d){
//z_ff       z-Koordinate des Fadenführers bezogen auf die Tachowalzenachse
//x_ff       x-Koordinate des Fadenführers bezogen auf die Tachowalzenachse
55 //vc        Fadenführergeschwindigkeit

```

```

//d2      Tachowalzenradius
//ni      Anzahl Integrations Schritte nach Runge-Kutta
//gamma   Neigungswinkel der Changierung
5 //omegat Winkelgeschwindigkeit der Tachowalze
//t_h     Gesamte Hubzeit
//schritte_b Iterationsschritte für die Beschleunigung
//schritte_c Iterationsschritte bei konstanter Geschwindigkeit+schritte_b
//schritte_v Iterationsschritte bei der Verzögerung
10 //schritte_tot Gesamtiterationsschritte

    int i=0;
    int ii=0;
    int rtg=1;

15    for (ii=0;ii<2;ii++){
        for (i=1;i<=schritte_tot;i++){
            OF(d2,omegat,z_ff,x_ff,t_hub,y_t);
            if (i<schritte_b){
20                y=y+rtg*(hilfsfaktor_b*(i-0.5));
                yt=rtg*(i*vc/(schritte_b));
            }
            else if(i<schritte_c){
                y=y+rtg*(dt*vc);
25                yt=rtg*vc;
            }
            else{
                y=y+rtg*(hilfsfaktor_v*(schritte_tot-i-0.5));
                yt=rtg*((vc*(schritte_tot-i))/schritte_v);
30            }
            t_hub=t_hub+dt;

            if (speicher_ein){
                Mima1(y*1000,y_t*1000,anz_d);
35            }

            OFT(d2,omegat,ni,rtg,vc,x_ff,z_ff);
        }
        rtg=-1;
40    }
}

//-----
45 //Hauptprogramm
//-----

void main(){

50    int m;
    int n;
    int nd;
    int i;
    int ii;
55    int ni;

```

EP 1 070 676 B1

```

5      int schritte_b;           //Iterationsschritte für die Beschleunigung
      int schritte_c;           //Iterationsschritte bei const. Geschwindigkeit
      int schritte_v;           //Iterationsschritte für die Verzögerung
      int schritte_tot;         //Gesamte Anzahl Schritte
      int periode;             //Alle Periode wird ein Messwert aufgenommen

10     double hilfsfaktor_b;     //Hilfsfaktor Beschleunigung
      double hilfsfaktor_v;     //Hilfsfaktor Verzögerung

15     double omegat;            //Winkelgeschwindigkeit der Tachowalze
      double vspul;             //Spulgeschwindigkeit
      double m;                 //Iterationen
      double y0_t;              //Anfangsposition des Fadens auf der Tachowalze
      double m1;                //Anzahl Integrationsschritte nach Runge-Kutta
      double m2;                //Vorperioden, die gerechnet werden
      double hb;                //Changierbreite
      double d;                 //Tachowalzendurchmesser
      double d2;                //Tachowalzenradius
20     double d_end;            //Spulenenddurchmesser
      double ab;                //Fadenführerbeschleunigung
      double av;                //Fadenführerverzögerung
      double ab_s;              //Beschleunigungsstrecke
      double av_s;              //Verzögerungsstrecke
25     double ab_t;              //Fadenführerbeschleunigungszeit
      double av_t;              //Fadenführerverzögerung
      double vc_t;              //Hubzeit ohne Beschleunigungs-und Verzögerungszeit
      double vc;                //Fadenführergeschwindigkeit
      double vc_s;              //Fadenführerstrecke mit const. Geschwindigkeit

30     double h_t;              //Zeit für einen Hub

35     double x_ff;              //x-Koordinate Fadenführer bezogen auf TW-Drehachse
      double z_ff;              //z-Koordinate Fadenführer bezogen auf TW-Drehachse

40     double gb;                //pi/180
      double bg;                //pi/180

//Eingaben-----
40     cout <<"Geben Sie den Huelsendurchmesser ein [mm]\n";
      cin >> d ;
      cout<<"\n";

45     cout <<"Geben Sie den Spulenenddurchmesser ein [mm]\n";
      cin >> d_end ;
      cout<<"\n";

50     cout <<"Geben Sie die Changierbreite ein [mm]\n";
      cin >> hb ;
      cout<<"\n";

55     cout <<"Geben Sie die Fadenfuehrergeschwindigkeit ein [m/s]\n";
      cin >> vc ;
      cout<<"\n";

```

```

5      cout <<"Geben Sie die Fadenfuehrerbeschleunigung ein [m/s^2]\n";
      cin >> ab ;
      cout<<"\n";

      cout <<"Geben Sie den Fadenfuehrerverzoegerung ein [m/s^2]\n";
      cin >> av ;
      cout<<"\n";

10     cout <<"Geben Sie die Spulgeschwindigkeit ein [m/min]\n";
      cin >> vspul ;
      cout<<"\n";

15     cout <<"Geben Sie die Changierposition in x-Richtung ein [mm]\n";
      cin >> x_ff ;
      cout<<"\n";

      cout <<"Geben Sie die Changierposition in z-Richtung ein [mm]\n";
      cin >> z_ff ;
      cout<<"\n";

20     cout <<"Geben Sie die Anzahl Iterationen/Hub ein []\n";
      cin >> m ;
      cout<<"\n";

25     cout <<"Geben Sie die Anzahl Integrationsschritte fuer den Runge-Kutta ein []\n";
      cin >> mi ;
      cout<<"\n";

30     cout <<"Geben Sie die Anfangsposition des Fadens ein []\n";
      cin >> y0_t ;
      cout<<"\n";

35     cout <<"Geben Sie die Vorperioden ein, die gerechnet werden sollen []\n";
      cin >> rm ;
      cout<<"\n";

40     cout <<"Geben Sie die Anzahl Durchmesser/Packungsaufbau ein []\n";
      cin >> nd ;
      cout<<"\n";

45     //Berechnung der Hilfsgrößen-----
      gb=pi/180;
      bg=180/pi;

      m=int(rm);
      n=int(rn);
      ni=int(mi);
      d2=d/2;                                     //Hülsenradius

55     ab_t=fabs(vc/ab);                          //Beschleunigungszeit

```

```

5      av_t=fabs(vc/av);                               //Verzögerungszeit

      ab_s=fabs(vc*ab_t/2);                           //Beschleunigungsstrecke
      av_s=fabs(vc*av_t/2);                           //Verzögerungsstrecke
      vc_s=fabs(hb/1000)-ab_s-av_s;                   //Strecke mit konstanter Fadenführer-
                                                    geschwindigkeit

10     vc_t=vc_s/vc;                                   //Zeit mit konstanter Fadenführer-
                                                    geschwindigkeit
      h_t=ab_t+av_t+vc_t;                             //Gesamte Hubzeit

      dt=h_t/n;                                       //Zeitschritt (Hubzeit/Anzahl
                                                    Iterationsschritte)
15     schritte_b=int(ab_t/dt)+1;                     //Iterationsschritte während der
                                                    Beschleunigung
      schritte_c=schritte_b+int(vc_t/dt);             //Iterationsschritte bei const. v+schritte_b
      schritte_tot=n;                                 //Gesamtiterationsschritte
      schritte_v= schritte_tot-schritte_c;           //Schritte während der Verzögerung

20     hilfsfaktor_b=(dt*vc)/schritte_b;
      hilfsfaktor_v=(dt*vc)/schritte_v;

//Ausgaben-----
25     cout<<"Doppelhuebe pro Minute "<<int(60/(2*h_t))<<"\n";
      cout<<"Kreuzungswinkel "<<2*bg*(atan((((60/h_t)*hb)/1000)/vspul))<<"\n";
//Berechnungsalgorithmus-----

      speicher_ein=false;

30     for (ii=0;ii<=nd;ii++){

          mima[ii][1][1]=100; //Minima initialisieren
          mima[ii][1][2]=100; //Minima initialisieren
          y_t=y0_t;           //Initialisierung
          t_hub=0;
          y=0;yt=0;
          y_t=0;yt_t=0;

40     omegat=(vspul*1000)/(d2*60); //Winkelgeschwindigkeit der Spule

          for (i=0;i<(m+1);i++){ //Anzahl der Spulendurchmessersprünge
              if (i==(m)){
                  speicher_ein=true;
45             }
          }

      PQ(z_ff,x_ff,vc,d2,ni,omegat,h_t,schritte_b,schritte_c,schritte_v,schritte_tot,
          hilfsfaktor_b,hilfsfaktor_v,periode,ii);

50     }

      cout<<"Der Spulendurchmesser "<<2*d2<<" wurden erfolgreich berechnet!\n";
      d2=d2+((d_end-d)/(2*nd)); //Spulendurchmesservergrößerung
      speicher_ein=false;       //Speicher für Vorperioden ausschalten
55

```

```

    }
5      cout<<"Die Simulation wurde erfolgreich beendet!\n";
//Die Daten werden in ein File gespeichert-----
      ofstream OutFile("g:marcschaad1.txt");
      for (i=0;i<= nd;i++){
10         OutFile<<(mima[i][1][2])-(mima[i][1][1])<<"          "<<(mima[i][2][1])-(
(mima[i][2][2])<<
          "\n",ios::floatfield;
      }
      OutFile.close();
15  }

```

20 Mit den folgenden Eingabegrößen erhält man das in Fig. 3 dargestellte Ergebnis: .

Hülsendurchmesser	(d)	20 [mm]
Spulendurchmesser	(d_end)	200 [mm]
25 Changierbreite	(hb)	200 [mm]
Fadenführerbeschleunigung	(ab)	3500 [m/s ²]
Fadenführerverzögerung	(av)	3500 [m/s ²]
30 Spulgeschwindigkeiten	(vspul)	0.5, 1, 2, 3, 4, 5 [m/s]
Changierposition in x-Richtung	(x_ff)	0 [mm]
Changierposition in z-Richtung	(z_ff)	105 [mm]
35 Iterationen pro Hub	(m)	10'000 []
Runga-Kutta-Iterationen	(mi)	5 []
Anfangsposition des Fadens in y-Rtg.	(y0_t)	0[mm]
Berechnete Vorperioden	(rm)	1 []
40 Anzahl zu berechnende Packungsdurchmesser	(nd)	20 []

45

Patentansprüche

- 50 Verfahren zum Aufwickeln eines Fadens (F) auf eine Spule (4), bei welchem der Faden (F) von einem im wesentlichen parallel zur Spulenachse hin- und hergehend antreibbaren Fadenführer (8) geführt und zwischen dem Fadenführer (8) und dem Ablagepunkt auf der Spule (4) ein freies Fadenstück, die sogenannte Schleplänge, gebildet ist, und bei welchem die Länge des Hubs des Fadenführers (8) und die Fadenablage beliebig variabel sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus einem oder mehreren der Parameter Spulgeschwindigkeit, Fadenverlegegeschwindigkeit, Fadenführerbeschleunigung, Fadenführerverzögerung und Abstand zwischen Fadenführer (8) und Spule (4) die nachfolgend als Hubverkürzung (ΔH) bezeichnete Verkürzung des Hubs des Fadens (F) auf der Spule (4) berechnet und für eine positionsgenaue Ablage des Fadens (F) auf der Spule (4) verwendet wird.
- 55 Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** anhand der berechneten Hubverkürzung (ΔH) die Spulgeschwindigkeit und/oder die Fadenverlegegeschwindigkeit so geregelt werden, dass ein vorgegebener Wert

oder vorgegebene Werte der Hubverkürzung (ΔH) resultiert beziehungsweise resultieren.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** anhand der berechneten Hubverkürzung (ΔH) die Spulgeschwindigkeit und/oder die Fadenverlegegeschwindigkeit und/ oder der Hub des Fadenführers (8) so geregelt werden, dass beliebige rotationssymmetrische Spulen (4) aufgebaut werden.
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** zylindrische, bikonische oder konische Spulen (4) ohne Verwendung einer Stützwalze hergestellt werden.
5. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** Kingspools oder Flanschspulen ohne Verwendung einer Stützwalze hergestellt werden.
6. Vorrichtung zum Aufwickeln eines Fadens (F) auf eine Spule (4), mit einem im wesentlichen parallel zur Spulenachse hin- und hergehend antreibbaren Fadenführer (8) und mit einer elektronischen Steuerung (9), mit der insbesondere die Länge des Hubs des Fadenführers (8) und die Fadenablage beliebig variabel sind, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Steuerung (9) einen Algorithmus enthält, mit welchem aus einem oder mehreren der Parameter Spulgeschwindigkeit, Fadenverlegegeschwindigkeit, Fadenführerbeschleunigung, Fadenführerverzögerung und Abstand zwischen Fadenführer (8) und Spule (4) die Hubverkürzung (ΔH) auf der Spule (4) berechenbar und für eine positionsgenaue Ablage des Fadens (F) auf der Spule (4) verwendbar ist.
7. Vorrichtung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** aus den Parametern Fadenführergeschwindigkeit, Fadenführerbeschleunigung, Fadenführerverzögerung und Hublänge die Berechnung der Bahnkurve des Fadenführers (8) erfolgt.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** mittels der Bahnkurve des Fadenführers (8) und der Parameter Anfangsposition des Fadens (F), Abstand zwischen Fadenführer (8) und Spule(4), Hülsendurchmesser und Spulgeschwindigkeit die Berechnung des Ablagepunkts des Fadens (F) auf der Spule (4) erfolgt.

Claims

1. Method for winding a thread (F) onto a bobbin (4), in which the thread (F) is guided by a thread guide (8) that can be driven moving back and forth substantially parallel to the bobbin axis and between the thread guide (8) and the point of placing on the bobbin (4) a free piece of thread, the so-called trailing length, is formed, and in which the length of the traverse of the thread guide (8) and the thread placing are arbitrarily variable, **characterized in that** from one or more of the parameters winding speed, thread displacement speed, thread guide acceleration, thread guide deceleration and distance between thread guide (8) and bobbin (4), the shortening of the traverse of the thread (F) on the bobbin (4), termed traverse shortening (ΔH) below, is calculated and used for positionally accurate placing of the thread (F) on the bobbin.
2. Method according to claim 1, **characterized in that** with reference to the calculated traverse shortening (ΔH) the winding speed and/or the thread displacement speed are adjusted such that a predetermined value or predetermined values of the traverse shortening (ΔH) results or result.
3. Method according to claim 1 or 2, **characterized in that** with reference to the calculated traverse shortening (ΔH) the winding speed and/or the thread displacement speed and/or the traverse of the thread guide (8) are adjusted such that arbitrary rotationally symmetrical bobbins (4) are constructed.
4. Method according to claim 3, **characterized in that** cylindrical, biconical or conical bobbins (4) are produced without the use of a supporting roller.
5. Method according to claim 3, **characterized in that** kingspools or flanged bobbins are produced without the use of a supporting roller.
6. Device for winding a thread (F) onto a bobbin (4), with a thread guide (8) that can be driven moving back and forth substantially parallel to the bobbin axis and with an electronic control system (9), with which in particular the length of the traverse of the thread guide (8) and the thread placing are arbitrarily variable, **characterized in that** the control system (9) contains an algorithm with which the traverse shortening (ΔH) on the bobbin (4) is calculable

from one or more of the parameters winding speed, thread displacement speed, thread guide acceleration, thread guide deceleration and distance between thread guide (8) and bobbin (4) and can be used for positionally accurate placing of the thread (F) on the bobbin (4).

- 5 7. Device according to claim 6, **characterized in that** the path curve of the thread guide (8) is calculated from the parameters thread guide speed, thread guide acceleration, thread guide deceleration and traverse length.
8. Device according to claim 7, **characterized in that** the point of placing of the thread (F) on the bobbin (4) is calculated by means of the path curve of the thread guide (8) and the parameters starting position of the thread (F), distance between thread guide (8) and bobbin (4), tube diameter and winding speed.
- 10

Revendications

- 15 1. Procédé de bobinage d'un fil (F) sur une bobine (4) dans lequel le fil (F) est guidé par un guide fil (8) pouvant être entraîné en va-et-vient sensiblement parallèlement à l'axe de la bobine, et il est formé entre le guide fil (8) et le point de dépôt sur la bobine (4) un tronçon libre de fil, ce que l'on appelle la longueur de traîne, et dans lequel la longueur de la course du guide fil (8) et le dépôt du fil sont variables à volonté, **caractérisé en ce qu'**à partir d'un ou de plusieurs des paramètres : vitesse de la bobine, vitesse de pose du fil, accélération du guide fil, décélération du guide fil et distance entre le guide fil (8) et la bobine (4), on calcule le raccourcissement, désigné ci-après par raccourcissement de course (ΔH), de la course du fil (F) sur la bobine (4) et on l'utilise pour un dépôt précis en position du fil (F) sur la bobine (4).
- 20 2. Procédé suivant la revendication 1, **caractérisé en ce qu'**au moyen du raccourcissement de course (ΔH) calculé, on règle la vitesse de bobinage et / ou la vitesse de dépôt du fil de façon à obtenir une valeur donnée à l'avance ou des valeurs données à l'avance du raccourcissement de course (ΔH).
- 25 3. Procédé suivant les revendications 1 ou 2, **caractérisé en ce qu'**au moyen du raccourcissement de course (ΔH) calculé, on règle la vitesse de bobinage et / ou la vitesse de dépôt du fil et / ou la course du guide fil (8) de façon à former à volonté des bobines (4) de révolution.
- 30 4. Procédé suivant la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'on produit des bobines (4) cylindriques, bi-coniques ou coniques, sans utilisation d'un rouleau d'appui.
- 35 5. Procédé suivant la revendication 3, **caractérisé en ce que** l'on produit des kingspools et des bobines à collet sans l'utilisation d'un rouleau d'appui.
- 40 6. Dispositif de bobinage d'un fil (F) sur une bobine (4), comprenant un guide fil (8) pouvant être entraîné en va-et-vient sensiblement parallèlement à l'axe de la bobine et une commande (9) électronique par laquelle notamment la longueur de la course du guide fil (8) et le dépôt du fil sont variables à volonté **caractérisé en ce que** la commande (9) contient un algorithme par lequel à partir d'un ou plusieurs des paramètres : vitesse de bobinage, vitesse de dépôt du fil, accélération du guide fil, décélération du guide fil et distance entre le guide fil (8) et la bobine (4), on peut calculer le raccourcissement de course (ΔH) sur la bobine (4) et on peut l'utiliser pour un dépôt précis en position du fil (F) sur la bobine (4).
- 45 7. Procédé suivant la revendication 6, **caractérisé en ce qu'**à partir des paramètres vitesse du guide fil, accélération du guide fil, décélération du guide fil et longueur de course, on effectue le calcul de la courbe de trajectoire du guide fil (8).
- 50 8. Procédé suivant la revendication 7, **caractérisé en ce qu'**au moyen de la courbe de trajectoire du guide fil (8) et des paramètres : position initial du fil (F), distance entre le guide fil (8) et la bobine (4), diamètre de mandrin et vitesse de bobinage, on effectue le calcul du point de dépôt du fil (F) sur la bobine (4).
- 55

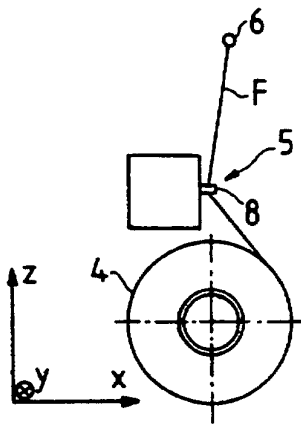


FIG. 1

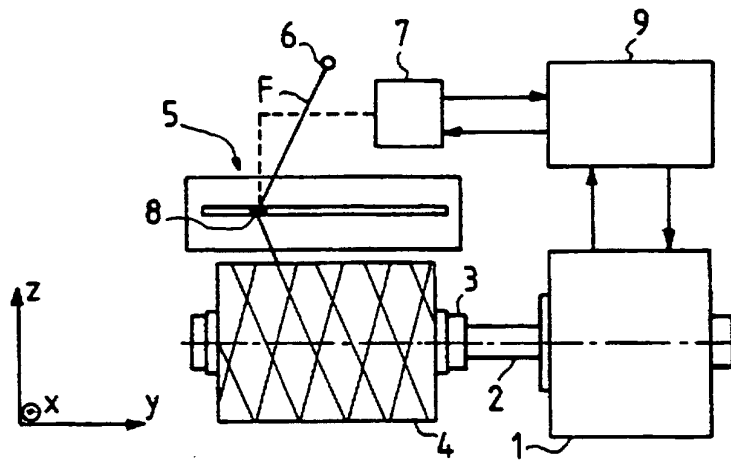


FIG. 2

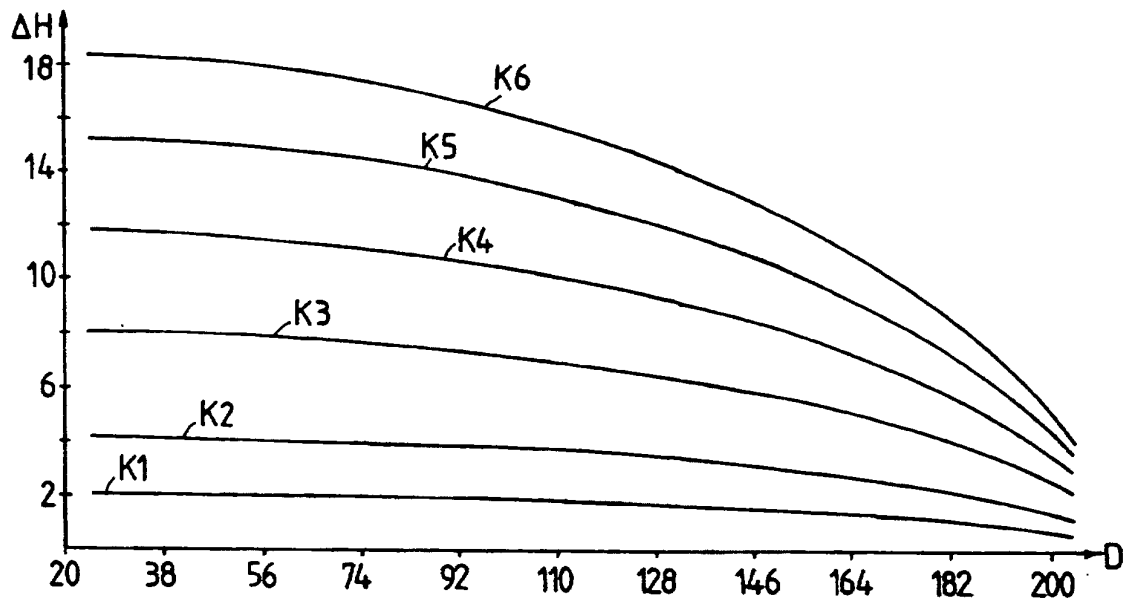


FIG. 3