



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 070 676 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
24.01.2001 Patentblatt 2001/04

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

(21) Anmeldenummer: **99113946.0**

(22) Anmeldetag: **17.07.1999**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

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

(74) Vertreter: **Dittrich, Horst, Dr.**
Siemens Building Technologies AG,
Cerberus Division,
Alte Landstrasse 411
8708 Männedorf (CH)

(71) Anmelder: **Schärer Schweiter Mettler AG**
8812 Horgen (CH)

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

(57) Bei dem Verfahren zum Aufwickeln eines Fadens (F) auf eine Spule (4) wird der Faden (F) von einem im wesentlichen parallel zur Spulenachse hin- und hergehend antreibbaren Fadenführer (8) geführt, wobei zwischen dem Fadenführer (8) und dem Ablagepunkt auf der Spule (4) ein freies Fadenstück, die sogenannte Schleplänge, gebildet ist. Die Länge des Hubs des Fadenführers (8) und die Fadenablage sind beliebig variabel. Aus einem oder mehreren der Parameter Spulenge-

schwindigkeit, F-denverlegegeschwindigkeit, Fadenführerbeschleunigung, Fadenführerverzögerung und Abstand zwischen Fadenführer (8) und Spule (4) wird die Hubverkürzung auf der Spule (4) berechnet und für eine positionsgenaue Ablage des Fadens (F) auf der Spule (4) verwendet.

Die Vorrichtung zum Aufwickeln eines Fadens (F) enthält eine elektronische Steuerung (9) mit einem Algorithmus zur Durchführung der genannten Berechnung.

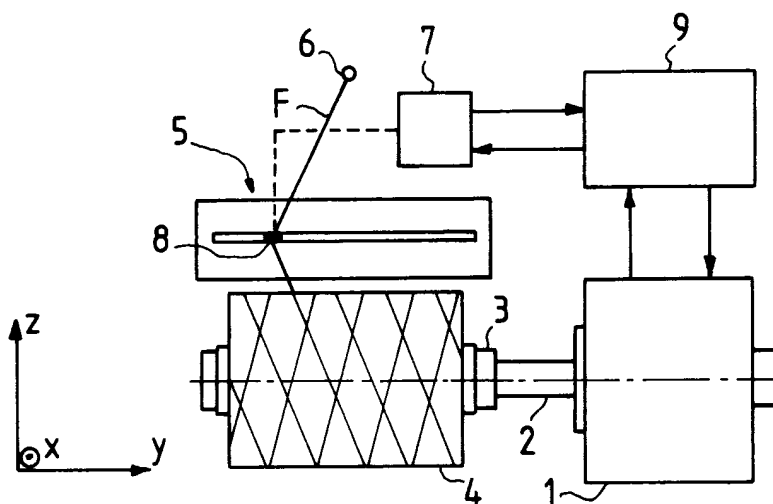


FIG. 2

EP 1 070 676 A1

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. 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 ausgegeregelt 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 vermeiden 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, neben den schon erwähnten Kingspools beispielsweise zylindrische, bikonische und konische Spulen, rotationssymme-

trische 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 Trägereil 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 Ablagepunkts 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 "Schleppplänenalgorithmus" 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 Schlepplänge und die Verlegegeschwindigkeit sind, wobei die Schlepplänge 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 kleinen Spulendurchmesser von 20mm schon bei einer mittleren Verlegegeschwindigkeit K3 von 2m/s etwa 8 mm und bei 5m/s über 18 mm beträgt.

[0024] Der Schleppplänenalgorithmus berechnet zuerst aus den Parametern Fadenführergeschwindigkeit, Faden-

f hrerbeschleunigung, 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 H lsendurchmessers 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 Eingabegr ssen verwendet werden:

- x, y, z: Koordinatenrichtungen (siehe Fig. 1 und 2)
- p: fiktive Koordinate für die Berechnung des Ablagepunkts
- x_ff: Fadenf hrerposition in x-Richtung
- z_ff: Fadenf hrerposition in z-Richtung
- vc: Fadenführergeschwindigkeit
- n: Anzahl Messwerte pro Hub
- nd: Anzahl zu berechnender Packungsdurchmesser
- vspul: Spulgeschwindigkeit
- rni: 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
10 #include <math.h>             //deklariert sin,cos,tan,abs
#include <fstream.h>            //

const double pi=3.1415926535;
double mima[100][2][2];        //Minima und Maxima abspeichern
15

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

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

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

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

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

double p_t;
double pt_t;
50

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

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

```

```

//-----
//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;
35
    double aa;
    double a;
    double kappa;
    double l;

    if (x_ff==0){
40
        mue=pi/2;
    }
    else{
        mue=atan(z_ff/x_ff);
45
    }
    aa=(z_ff*z_ff)+(x_ff*x_ff);
    a=sqrt(aa);
    kappa=acos(d2/a);
    l=(mue-kappa)*d2;
50

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

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){
10 //d2          Tachowalzenradius
//gamma        Neigungswinkel der Changierung
//omegat       Winkelgeschwindigkeit der Tachowalze
//ni           Anzahl Integrationsschritte nach Runge-Kutta

15     int ii;

        double dti;
        double dtih;
        double te;
20     double y_te;

        double k1;
        double k2;
        double k3;
25     double k4;

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

        te=t_hub;
30     y_te=y_t;

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

//-----
//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 Integrationsschritte 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
10 //schritte_v Iterationsschritte bei der Verzögerung
//schritte_tot Gesamtitrationsschritte

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

    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){
25                 y=y+rtg*(dt*vc);
                 yt=rtg*vc;
            }
            else{
30                 y=y+rtg*(hilfsfaktor_v*(schritte_tot-i-0.5));
                 yt=rtg*((vc*(schritte_tot-i))/schritte_v);
            }
            t_hub=t_hub+dt;

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

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

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

void main(){

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

```

```

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

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

      double h_t;                //Zeit für einen Hub

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

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

40     //Eingaben-----

      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";

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

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

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

40

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

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

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

```

```

av_t=fabs(vc/av); //Verzögerungszeit

5  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
20  schritte_v= schritte_tot-schritte_c; //Schritte während der Verzögerung

    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-----

30  speicher_ein=false;

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

35      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;
40      y_t=0;yt_t=0;

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

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

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

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

```

```

    }

    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++){
        OutFile<<(mima[i][1][2])-(mima[i][1][1])<<"          "<<(mima[i][2][1])-(
10      (mima[i][2][2])<<
            " \n",ios::floatfield;
        }
        OutFile.close();
15      }
    }

```

[0027] Mit den folgenden Eingabegrößen erhält man das in Fig. 3 dargestellte Ergebnis:

Hülsendurchmesser	(d)	20 [mm]
Spulendurchmesser	(d_end)	200 [mm]
Changierbreite	(hb)	200 [mm]
Fadenführerbeschleunigung	(ab)	3500 [m/s ²]
Fadenführerverzögerung	(av)	3500 [m/s ²]
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]
Iterationen pro Hub	(rn)	10'000 []
Runga-Kutta-Iterationen	(rni)	5 []
Anfangsposition des Fadens in y-Rtg.	(y0_t)	0[mm]
Berechnete Vorperioden	(rm)	1 []
Anzahl zu berechnende Packungsdurchmesser	(nd)	20 []

Patentansprüche

- 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 Hubverkürzung auf der Spule (4) berechnet und für eine positionsgenaue Ablage des Fadens (F) auf der Spule (4) verwendet wird.
- Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass anhand der berechneten Hubverkürzung die Spulge-

schwindigkeit und/oder die Fadenverlegegeschwindigkeit so geregelt werden, dass ein vorgegebener Wert oder vorgegebene Werte der Hubverkürzung resultiert beziehungsweise resultieren.

3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass anhand der berechneten Hubverkürzung 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 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.

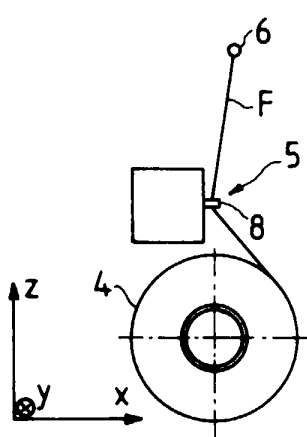


FIG. 1

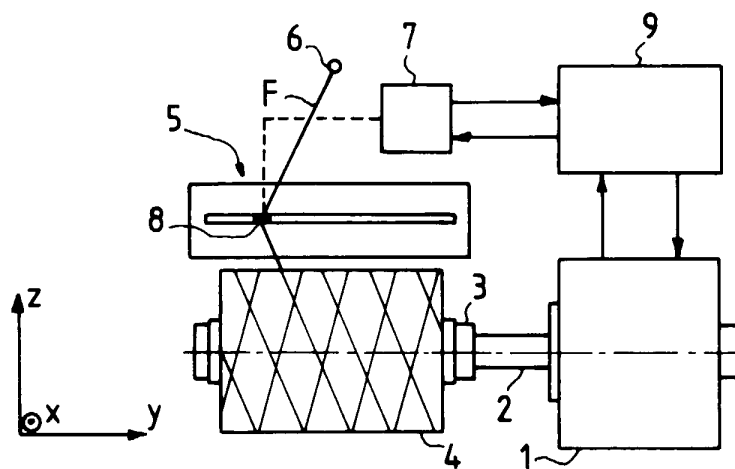


FIG. 2

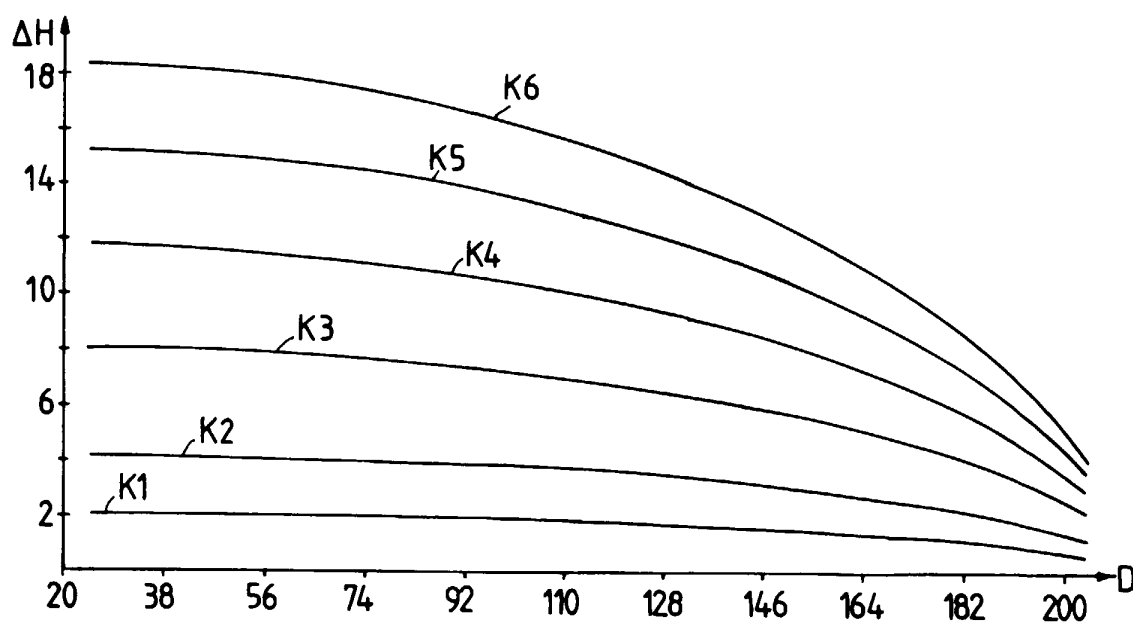


FIG. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 99 11 3946

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
A	DE 35 16 475 A (BARMAG BARMER MASCHINENFABRIK AG) 28. November 1985 (1985-11-28) * Spalte 4, Zeile 19 - Spalte 5, Zeile 9; Anspruch 1 *	1,6	B65H54/28
A	EP 0 927 694 A (MURATA KIKAI KABUSHIKI KAISHA) 7. Juli 1999 (1999-07-07) * Absatz '0022! *	1,6	
A	EP 0 302 461 A (SCHUBERT & SALZER MASCHINENFABRIK AG) 8. Februar 1989 (1989-02-08) * Spalte 5, Zeile 55 - Spalte 6, Zeile 32 * * Spalte 11, Zeile 37 - Spalte 12, Zeile 5 * * Spalte 12, Zeile 32 - Zeile 57 *	1,6	
D,A	EP 0 453 622 A (SSM SCHÄRER SCHWEITER METTLER AG) 30. Oktober 1991 (1991-10-30) * Anspruch 1 *	1,6	
A	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) * Zusammenfassung *		RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7) B65H
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 19. Januar 2000	Prüfer D'Hulster, E
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

EPO FORM 1503 03/82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 99 11 3946

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

19-01-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3516475	A	28-11-1985	KEINE	
EP 927694	A	07-07-1999	JP 11193179 A	21-07-1999
EP 302461	A	08-02-1989	DE 3725812 A	16-02-1989
			DE 3734481 A	01-06-1989
			DE 3886468 D	03-02-1994
			IN 172095 A	03-04-1993
EP 453622	A	30-10-1991	DE 59008484 D	23-03-1995
JP 03120160	A	22-05-1991	KEINE	

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82