

PCTWELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
Internationales BüroINTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)

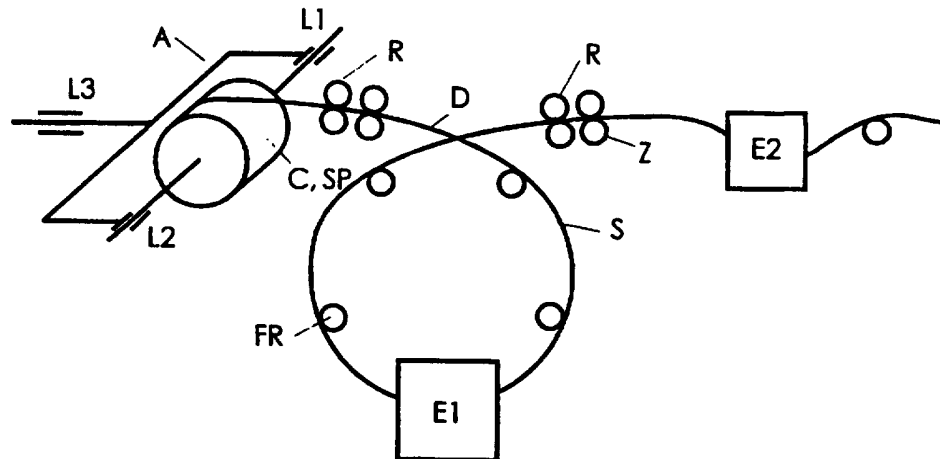
(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : B21F 3/02	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 96/17701 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 13. Juni 1996 (13.06.96)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE95/01733 (22) Internationales Anmeldedatum: 6. December 1995 (06.12.95) (30) Prioritätsdaten: P 44 43 503.7 7. December 1994 (07.12.94) DE 195 14 486.4 19. April 1995 (19.04.95) DE (71)(72) Anmelder und Erfinder: OTZEN, Uwe [DE/DE]; Eisenbahnstrasse 16, D-78628 Rottweil (DE). SCHORCHT, Hans-Jürgen [DE/DE]; Bergrat-Voigt-Strasse 13, D-98693 Ilmenau (DE). WEISS, Mathias [DE/DE]; Bergrat-Voigt-Strasse 5, D-98693 Ilmenau (DE). (74) Anwalt: LIEDTKE, Klaus; Postfach 956, D-99019 Erfurt (DE).	(81) Bestimmungsstaaten: JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>	

(54) Title: METHOD AND DEVICE FOR THE OPTIMIZED PRODUCTION OF HELICAL SPRINGS ON AUTOMATIC SPRING-WINDING MACHINES

(54) Bezeichnung: VERFAHREN UND VORRICHTUNG ZUR OPTIMIERTEN HERSTELLUNG VON SCHRAUBENFEDERN AUF FEDERWINDEAUTOMATEN

(57) Abstract

The object of the invention is to develop a method and device which enable high levels of precision to be attained whilst simultaneously minimizing waste in spring manufacture even when the values of the wire parameters fluctuate. To this end, the wire parameters are determined before and after winding, and the measurement results are used directly for adjusting the position of the winding pins or rollers and/or of the pitch wedge. The wire is guided in a loop (S) between the unwinding device (A) and the feed device (Z), the lateral deflection of the wire loop (S) being detected by a recognition unit (E1) and the unwinding device (A) performing an additional movement controlled by the recognition unit (E1). The invention is suitable for continuously checking and correcting defects occurring in spring wires in order to optimize the production of helical springs on automatic spring-winding machines.



(57) Zusammenfassung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren und eine Vorrichtung anzugeben, womit auch bei schwankenden Werten der Drahtparameter hohe Genauigkeiten bei der Federherstellung gewährleistet und gleichzeitig der Ausschuss minimiert wird. Die Aufgabe wird dadurch gelöst, daß vor dem Winden die Drahtparameter und nach dem Winden die Federparameter ermittelt und die Meßergebnisse unmittelbar zur Regelung der Stellung der Windestifte oder -rollen und/oder des Steigungskeils verwendet werden und daß der Draht zwischen Abwickeinrichtung (A) und Zuführeinrichtung (Z) in einer Drahtschleufe (S) geführt wird, wobei die seitliche Auslenkung der Drahtschleufe (S) durch eine Erkennungseinheit (E1) ermittelt wird, und die Abwickeinrichtung (A) eine von der Erkennungseinheit (E1) gesteuerte Zusatzbewegung ausführt. Die Erfindung ist geeignet zum kontinuierlichen Überprüfen und Korrigieren auftretender Fehler bei Federdrähten für die optimierte Herstellung von Schraubenfedern auf Federwindeautomaten.

LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AT	Österreich	GA	Gabon	MR	Mauretanien
AU	Australien	GB	Vereinigtes Königreich	MW	Malawi
BB	Barbados	GE	Georgien	NE	Niger
BE	Belgien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BF	Burkina Faso	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BG	Bulgarien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BJ	Benin	IE	Irland	PL	Polen
BR	Brasilien	IT	Italien	PT	Portugal
BY	Belarus	JP	Japan	RO	Rumänien
CA	Kanada	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CG	Kongo	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CH	Schweiz	KR	Republik Korea	SI	Slowenien
CI	Côte d'Ivoire	KZ	Kasachstan	SK	Slowakei
CM	Kamerun	LI	Liechtenstein	SN	Senegal
CN	China	LK	Sri Lanka	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
ES	Spanien	MG	Madagaskar	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	ML	Mali	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MN	Mongolei	VN	Vietnam

5

Verfahren und Vorrichtung zur optimierten Herstellung von Schraubenfedern auf Federwinde-
-automaten

10

15

20

Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zum kontinuierlichen Überprüfen und Korrigieren auftretender Fehler bei Federdrähten für die optimierte Herstellung von Schraubenfedern auf Federwindeautomaten, wobei ein Draht von einer Abwickeleinrichtung, in der eine Spule oder ein Coil gelagert ist, abgewickelt und mittels einer gesonderten Zuführeinrichtung einer Umformeinrichtung, welche Windestifte oder -rollen enthält, zugeführt wird.

25

30

An Schraubenfedern werden von seiten der industriellen Anwender zunehmend erhöhte Genauigkeitsanforderungen hinsichtlich Einhaltung der konstruktiv festgelegten Federkennwerte, speziell der Federkennlinie, gestellt. Gründe dafür sind insbesondere die steigenden Anforderungen an Maschinen und Geräte, in denen Schraubenfedern eingesetzt werden, sowie der wachsende Automatisierungsgrad in der Fertigung von Maschinen und Geräten mit der Tendenz, daß nur eng tolerierte Bauteile verarbeitet werden können.

Der Federdraht als Ausgangsmaterial unterliegt werkstoffbedingten, geometrischen und verarbeitungstechnischen Schwankungen. Sie äußern sich in Abweichungen des Drahtdurchmessers, der Festigkeitswerte bzw. Werkstoffkennwerte von ihren Nennwerten und in Verdrillungen infolge elastischer Torsionsspannungen. Außerdem spielen auch Abweichungen eine maßgebliche Rolle, die sich aus dem plastisch-elastischen Verformungsverhalten des Federdrahtes ergeben und meist in vorgelagerten Fertigungsstufen ihre Ursache haben.

Die genannten Schwankungen verursachen erhebliche Abweichungen der Parameter der kaltgeformten Schraubenfeder von den konstruktiv festgelegten Daten, deren Auswirkungen in Abweichungen der Federkennlinie von der Sollkennlinie feststellbar sind.

Insbesondere werden durch die schwankende Dicke des Drahtdurchmessers Neigungsänderungen der Federkennlinie, also Schwankungen der Federrate, und durch unterschiedliche elastische Torsionsspannungen in der Drahtspule Längenschwankungen der produzierten Feder und dadurch Parallelverschiebungen der Federkennlinie verursacht.

In der Folge entsteht bei der Federherstellung zwangsläufig Ausschuß, dessen Anteil bei Federn mit kleinen Abmessungen und hohen Genauigkeitsforderungen beträchtlich sein kann. Da dieser Ausschuß meist erst an der endbearbeiteten Feder feststellbar ist, ergeben sich erhebliche volkswirtschaftliche Verluste. Außerdem führen die notwendigen

Mehraufwendungen für Material und Energie zu zusätzlichen Umweltbelastungen.

5 Im Stand der Technik sind Maschinen zur Federherstellung, die über Einzugsrollen, mechanisch oder elektrisch gesteuerte Windestifte oder -rollen, Steigungs- und Formwerkzeuge verfügen, bekannt. Ihre Entwicklung war zunächst hauptsächlich darauf gerichtet, möglichst hohe Stückzahlen zu erreichen
10 und bei vertretbarem Aufwand auch die Umrüstung zur Fertigung von Federn mit unterschiedlichen Abmessungen und Formen zu gewährleisten.

15 Im Stand der Technik sind auch Maschinen mit Überwachungs- und Qualitätssicherungssystem bekannt, bei denen die Federlänge mechanisch, optisch, kapazitiv oder auch durch Induktionsänderung gemessen oder geprüft wird.

20 Es sind weiterhin Systeme bekannt, die mit Hilfe dieser Meß- bzw. Prüfmöglichkeiten Ausschußfedern erkennen und aussortieren sowie selbständig Korrekturen an der Steuerung des Federwindeautomaten vornehmen. Dies geschieht in der Regel auf der Grundlage von Methoden zur statistischen Prozeßregelung.
25 Andere realisierte Varianten liefern bei vorhandenen Abweichungen der gefertigten Federn über Dialogsysteme entsprechende Fehlermeldungen an den Bediener, der dann in die Steuerung korrigierend eingreifen muß. Weiterhin sind Systeme bekannt, die
30 nach einer entsprechenden Anzahl von unmittelbar hintereinander gefertigten Ausschußfedern den Herstellungsprozeß unterbrechen.

Nach JP 55-153 633 (A) ist eine Anordnung bekannt, bei der der Drall in einem Stahlseil beim Abwickeln von einer Spule durch eine gesteuerte Drehung der Abwickelspule verhindert werden soll. Die Drehung der Abwickelspule wird dabei von einem Sensor erfaßt, der eine Drehbewegung einer feststehenden Ablaufrolle, über die das Seil geführt wird, steuert. Diese Anordnung ist zur Ermittlung und Beeinflussung von in einem starren Draht eingepprägten Torsionsspannungen nicht anwendbar.

DE 35 38 944 beschreibt eine Maschine zur Herstellung von Schraubenfedern durch Wickeln, mit welcher Federn mit einer stetig veränderlichen Steigung herstellbar sind.

Danach ist vorgesehen, daß die Federherstellungsmaschine eine elektronische Steuerschaltung enthält. Eine Datenspeichereinheit speichert vorgewählte Federparameter anzeigende Daten, wie zum Beispiel Steigung, Länge und Durchmesser. Beim Ausbilden einer Feder wird der entsprechende vorgewählte Parameter der Feder überwacht, und ein Signal, das den überwachten Parameter anzeigt, wird erzeugt. Die elektronisch gespeicherten Daten und das Überwachungssignal werden miteinander verglichen. Die Federherstellung kann nach Maßgabe dieses Vergleichs zwecks Herstellung einer Feder mit dem vorgewählten Parameter geändert werden.

Diese Maschine ermöglicht es, die Parameter der Schraubenfedern zum Erfüllen der vorgewählten Federforderungen frei zu ändern. Die Abmessungen der Feder können während der tatsächlichen Herstellung

der Schraubenfedern geändert werden, so daß sich Federn mit Steigungen herstellen lassen, die sich kontinuierlich über der Länge der Feder verändern.

5 Dabei handelt es sich um ein Herstellungsverfahren, bei dem die Federn durch einen Wickelvorgang um einen Dorn erzeugt werden. Diese Herstellungsart läßt eine Veränderung des Wickeldurchmessers nicht zu. Außerdem werden hierbei Drahtstäbe endlicher
10 Länge einzeln zugeführt, so daß eine kontinuierliche Beeinflussung der Drahtparameter nicht möglich ist.

 Damit können zwar die Federwickelparameter ermittelt und verändert werden, der Ausgleich von Toleranzen der Federmaterialparameter beim kontinuierlichen Ablauf einer automatisierten Herstellung durch Federwinden ist damit jedoch nicht möglich.
15

 Bei den bekannten Maschinen und Verfahren zum
20 Federwinden ist nachteilig, daß sie die Schwankungen der Parameter des Ausgangsmaterials Federdraht erst nach der Fertigung erfassen.

 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, ein Ver-
25 fahren und eine Vorrichtung der eingangs genannten Art anzugeben, welche auch bei schwankenden Werten der Drahtparameter hohe Genauigkeiten bei der Federherstellung gewährleisten und gleichzeitig den Ausschuß minimieren.

30

Erfindungsgemäß gelingt die Lösung der Aufgabe durch ein Verfahren und eine Anordnung mit den in den Ansprüchen 1, 2 und 4 angegebenen Merkmalen. Vorteilhaft ausgestaltungen sind in den Unteransprüchen angegeben.

Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung zeichnen sich durch eine Reihe von Vorteilen aus.

Die erfindungsgemäße Anordnung und das erfindungsgemäße Verfahren ermöglichen die Kompensation der elastischen Torsionsspannungen des Federdrahtes, was insbesondere für die Verarbeitung von federhartgezogenen Drahtsorten wichtig ist. Diese Torsionsspannung ist äußerlich nicht erkennbar, weil der gezogene Draht nach diesem Fertigungsverfahren unter Zug zu einem Coil aufgewickelt wird. Die Torsionsspannungen werden freigegeben, wenn man diesen Zwang vom Federdraht nimmt. Sie äußern sich im Aufspreizen bzw. Umschlagen der Drahtschlaufen und führen zu Längenschwankungen der produzierten Feder und damit zur oben erwähnten Parallelverschiebung der Federkennlinie.

Zum Erfassen des Federdrahtdurchmessers in einer oder in zwei Ebenen sind mehrere Verfahren möglich. Die Erfassung in zwei Ebenen ermöglicht es, Abweichungen des Drahtquerschnittes zu kennen und der Prozeßregelung zuzuführen. Vorteilhaft sind neben taktil oder berührungslos messenden elektrischen Sensoren auch optische Sensoren, die die Änderung lichttechnischer Größen auswerten.

Die Korrektur der Drahtdurchmesserschwankungen ist besonders für vergütete Federdrähte wichtig. Bei diesen Drähten bauen sich zwar die beim Ziehen entstandenen Spannungen aufgrund des abschließenden bei über 860°C durchgeführten Härteprozesses ab, dafür kommt es in der Ofenstrecke aber selbst bei kleinsten Behinderungen des Drahtablaufhaspels zur verjüngenden Streckung des Drahtes. Drahtdurchmesserschwankungen sind hier deshalb wesentlich ausgeprägter als bei patentiert gezogenen und bei nichtrostenden Drähten.

Durch Kombination der Windwerkzeuge mit Kraftmeßeinrichtungen wird es möglich, die Umformkräfte beim Federwinden zu messen und durch deren Auswertung Rückschlüsse auf Veränderungen der Federparameter zu ziehen und diese Änderungen in die Maschinensteuerung einzubeziehen.

Eine weitere spezielle Ausführung sieht vor, daß eine E- bzw. G-Modul-Meßeinrichtung verwendet wird. Diese besteht aus Rollen, welche ein geringfügiges elastisches Verformen des Drahtes um definierte Werte bewirken und dabei die erforderlichen Verformungskräfte messen.

Da der Drahtausgangszustand bereits vor dem Umformprozeß ermittelt und beim Steuern der Windwerkzeuge berücksichtigt wird, kann der Ausschub wesentlich reduziert werden.

Außerdem kann auch das Umformergebnis stetig überwacht sowie die Soll-Ist-Abweichung über einen Regler auf die Werkzeugstellung rückgeführt werden.

Dies führt zu beträchtlichen Lohn-, Material- und Energiekostenreduzierungen sowie zur Verringerung

der Aufwendungen für das Werkstoffrecycling und zur Reduzierung zusätzlicher Umweltbelastungen.

5 Das erfindungsgemäße Verfahren und die erfindungsgemäße Vorrichtung können vorteilhaft bei der Herstellung neuer Federfertigungsautomaten angewendet werden, wobei die Anwendung nicht auf Schraubenfederwindeautomaten beschränkt bleibt, sondern auch für andere Maschinen zur Federherstellung geeignet ist. Sie kann auch an bereits vorhandenen NC-gesteuerten Federwindeautomaten nachgerüstet werden, so daß ein möglichst großer Kreis von Federherstellern ohne grundlegende Erneuerung des Maschinenparks und mit geringem finanziellen Aufwand die erfindungsgemäße Vorrichtung nutzen kann.

10

15 Es ist ferner möglich, die Federn aufgrund der gewonnenen Meßergebnisse in verschiedene Qualitätsklassen zu sortieren.

20 Die Erfindung wird im folgenden anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert. In der zugehörigen Zeichnung zeigen:

25 Figur 1 eine schematische Darstellung einer Zuführeinrichtung mit loser Schlaufe;
 Figur 2 eine Ausführungsform, gemäß Figur 1, bei der Dehnmeßstreifen als Sensoren verwendet werden;

30 Figur 3 eine Zuführeinrichtung mit drehbarer Drahtabzugsführung;
 Figur 4 eine schematische Darstellung der erfindungsgemäßen Vorrichtung;

die Figuren 5 und 6 die Anordnung zur Ermittlung des Federdurchmessers und

5 Figur 7 die Verknüpfungen der einzelnen Baugruppen in Form eines Blockschaltbildes.

Bei der in Figur 1 dargestellten Anordnung wird der Draht von einem Coil C, das sich auf einer Haspel befindet, über die Drahtvorschubrollen R abgezogen. Die Haspel wird von einem hier nicht dargestellten gesteuerten Antrieb betätigt. Um das Abwickeln zu ermöglichen, ist die Haspel mit dem Coil C in den Lagern L1 und L2 gelagert. Die gesamte Abwickleinrichtung A ist in dem Lager L3 schwenkbar angeordnet. Die Achse des Lagers L3 fällt dabei mit der Richtung des abgezogenen Drahtes D zusammen. Von der Führungseinrichtung Z wird der Draht über die Erkennungseinheit E der Drahtzuführeinrichtung der Maschine zugeführt. Zwischen der Führungseinrichtung Z und der Abwickleinrichtung A bildet sich der Draht durch die Wirkung der Schwerkraft zu einer Schlaufe S aus. Die Länge dieser Schlaufe S wird durch die Bewegungen von Abwickleinrichtung A und Führungseinrichtung Z so gesteuert, daß sie einen annähernd konstanten Durchmesser einhält. Die Schlaufenbildung wird durch Führungsrollen FR unterstützt. Wenn der Draht D keine Torsionsspannung aufweist, hängt die Drahtschlaufe S senkrecht nach unten. Weist der Draht Torsionsspannung auf, wird die Drahtschlaufe S aus der senkrechten Lage ausgelenkt. Die Auslenkung wird durch die Erkennungseinheit E1 ermittelt und führt über eine gesonderte Steuereinheit zu einer Drehung der

10

15

20

25

30

Abwickeleinrichtung A im Lager L3, so daß die Torsionsspannung eliminiert wird und sich auf die folgenden Arbeitsvorgänge nicht auswirken kann. Zwischen Maschine und Drahtschlaufe S ist eine weitere Erkennungseinheit E2 angebracht. Diese ermittelt den aktuellen Drahtbedarf für die Federherstellung und steuert die Antriebe der Führungsrollen R und der Lager L1, L2 in Abhängigkeit vom jeweiligen Drahtbedarf. Im dargestellten Beispiel wird hierzu der Durchhang des Drahtes ermittelt.

In Figur 2 ist eine Ausführungsmöglichkeit für die Anordnung der Sensoren dargestellt. In diesem Fall sind an der Drahtschlaufe S zwei Sensorrollen SR angebracht, die über Federn F1 und F2 am Gestell befestigt sind. Weist der Draht D eine Torsionsspannung auf, so bewirkt diese eine Auslenkung der Drahtschlaufe S und damit auch eine Auslenkung der Federn F1 und F2. An den Federn F1 und F2 sind Dehnmeßstreifen DMS angebracht, mit denen die Auslenkung festgestellt wird. Mit Hilfe der Dehnmeßstreifen DMS kann ein Wert für die Größe der Auslenkung des Drahtschlaufe S ermittelt und die erforderliche Schwenkbewegung der Abwickeleinrichtung A gesteuert werden.

Für die Erkennungseinheit können neben der Anbringung von Dehnmeßstreifen auch vielfältige andere Sensoren eingesetzt werden. Die Sensoren können sowohl die Verformung eines plastischen Elementes, wie in Figur 2 dargestellt, ermitteln als auch die Verschiebung eines Elementes durch ein Wegmeßsystem erfassen. Im einfachsten Fall genügt ein zweiseitig-

ger Anschlag, dessen Berührung durch Kontaktgabe festgestellt wird.

5 In Figur 3 ist eine Zuführeinrichtung mit drehbar
gelagerter Drahtabzugsführung DF dargestellt. Dabei
wird der torsionsbehaftete Draht unter Zug von ei-
ner Haspel H abgezogen. In der Erkennungseinheit E1
wird der torsionsbehaftete Draht in einer als Tor-
10 sionsindikator wirkenden Drahtschlaufe um ein dreh-
bar gelagertes Rad geführt. Hierzu ist das Rad so
angeordnet, daß es zusätzlich zu seiner von der
Drahtablaufbewegung verursachten Drehung um die
Radachse eine Schwenkbewegung um eine hierzu senk-
15 rechte Achse ausführen kann. Diese Schwenkbewegung
ist abhängig von der im zugeführten Draht verbun-
denen Torsionsspannung. Die Erkennungseinheit E1
ist mit einem Sensor SE verbunden, der das Aus-
lenken der Erkennungseinheit E1 anzeigt. Torsions-
20 spannungen zwischen dem festen Leitrad L und der
Drahtabzugsführung DF führen deshalb zu einem Aus-
lenken der Erkennungseinheit E1 und werden vom Sen-
sor angezeigt. Beim Abwickeln von torsions-
spannungsfreiem Draht hat der Haspeltopf zum Ab-
25 wickeln einer vollen Drahtschlaufe eine 360°-Dre-
hung zu vollführen. Die Torsionsspannungen werden
durch Einleiten einer definierten Relativbewegung
zwischen der Haspel und der steuerbar drehbaren
Drahtablaufführung DF eliminiert, so daß der Winde-
30 maschine verdrillungsfreier Draht zugeführt wird.
Besonders vorteilhaft ist dabei, das es die Anord-
nung ermöglicht, die steuerbare Zusatzbewegung der
Drahtabzugsführung DF schnell und präzise auszufüh-
ren. Dies gelingt insbesondere dadurch, daß die Be-

wegung der Drahtabzugsführung DF, die nur eine sehr geringe Masse aufweist, von der Bewegung der Haspel H getrennt wird. Die Haspel H, die eine große Masse aufweist, muß zwar ebenfalls eine Zusatzbewegung ausführen um einen kontinuierlichen Drahtablauf zu gewährleisten. Die zusätzlich gelagerte Drahtabzugsführung DF ermöglicht eine Trennung dieser beiden Bewegungen, so daß es nicht erforderlich ist, die Haspel H mit hohen Kraftaufwendungen und entsprechend hohen Beanspruchungen der bewegten Teile schnell zu beschleunigen.

In Figur 4 ist die erfindungsgemäße Vorrichtung schematisch dargestellt. Zum Anfertigen einer Schraubenfeder wird der Draht zunächst an einer Drahtdurchmessermeßeinrichtung 1 vorbeigeführt, an der der aktuelle Durchmesser des Federdrahtes ermittelt wird. Anschließend gelangt der Draht in die Meßeinrichtung zur Ermittlung des E- bzw. G-Moduls. Die Meßeinrichtung besteht aus Rollen 2, von denen mindestens die Rolle 2.3 senkrecht zur Rollenachse verstellbar ist, das Rollenpaar 2.2 angetrieben wird und das Rollenpaar 2.1 frei mitläuft. Bei dieser Verstellung wird ein elastisches Verformen des Drahtes um definierte Werte bewirkt. Mit den Rollen sind Sensoren verbunden, mit denen die Lagerkräfte N1, N2, und N3 kontinuierlich gemessen werden. Diese Lagerkräfte sind von den Materialeigenschaften des Federdrahtes abhängig und gestatten die Ermittlung des E-Moduls. Damit wird es möglich, den G-Modul für den jeweils aktuellen Zustand zu bestimmen. Um die Messung unabhängig von Einflüssen der Maschinenfunktion durchzuführen,

sind die Schlaufen 4.1 und 4.2 angeordnet. Die Verformungseigenschaften des zu verarbeitenden Drahtes können erkannt und entsprechende Reaktionen eingeleitet werden. Solche Reaktionen können z.B. ein Warnsignal oder das Auslösen entsprechender Verstellbewegungen der Formwerkzeuge sein. Nachdem der Draht diese Einrichtung passiert hat, gelangt er über die Einlaufführung EF in die Zuführeinrichtung Z und anschließend in die Umformeinrichtung. Die Verstellung der Windestifte zur drahtdickenabhängigen Steuerung des Federdurchmessers erfolgt dabei nach der Beziehung:

$$D_{mk} = D_{mo} \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{d_{ist}}{d_o}\right)^4}$$

wobei

D_{mk} = mittlerer Federdurchmesser nach der Korrektur

D_{mo} = Sollwert des mittleren Federdurchmessers

d_{ist} = ermittelter Istwert des Drahtdurchmessers

d_o = Sollwert(Normwert)

ist.

Mit der Einlaufführung EF wird der Draht D der Umformeinrichtung in einen definierten Bogen zugeführt. Diese Einlaufführung EF ist bei gekrümmten Draht wirksam und sichert definierte Windeverhältnisse. Die Einlaufführung EF kann aus einem bogenförmigen Rohr bestehen oder von einer Rollenanordnungen gebildet werden.

Von der Umformeinrichtung sind in Figur 4 die Windestifte 3.1 und 3.2 dargestellt, die elektrisch verstellbar sind. Durch eine weitere Stelleinrichtung wird die Verstellung des Steigungskeils ermöglicht, so daß alle geometrischen Parameter der herzustellenden Feder beeinflußt werden können. An den Windestiften 3.1 und 3.2 sind Kraftsensoren angebracht, mit denen die Windekräfte N_4 und N_5 kontinuierlich ermittelt werden. Damit werden auch Änderungen der Drahtumformereigenschaften erfaßt und zur Auswertung der Prozeßregelung zugeführt.

Die Figuren 5 und 6 zeigen eine Anordnung, mit der der Federaußendurchmesser D_a und die Steigung P nach dem Winden ermittelt werden können. Als Meßeinrichtung sind hierzu verschiedene Lösungen möglich. Im dargestellten Beispiel wird der Federdurchmesser an der Feder 5 mit Hilfe einer CCD-Matrix 6 ermittelt. Die Feder 5 liegt dabei definiert an der V-Nut 7 an. Schwankungen des Federdurchmessers sind auch in bekannter Weise nach dem Schattenbildverfahren oder dem Scanningprinzip mit optischen Meßeinrichtungen erfaßbar.

Figur 7 zeigt in schematischer Darstellung die Verknüpfungen der einzelnen Baugruppen. Die erforderlichen Stellbewegungen werden durch einen Maschinenrechner, der über eine Signalaufbereitung mit den einzelnen Meßstationen der Maschine verbunden ist, angesteuert.

Der Draht wird dabei vom Drahteinzug in die Vorrichtung gezogen. Er durchläuft zuvor die Drahtdurchmessermeßeinrichtung DDME. Der Draht-

einzug ist in an sich bekannter Weise mit einer Wegmeßeinrichtung verbunden, von der ein Signal über die Länge des zu verarbeitenden Drahtes gewonnen wird. Diese Meßeinrichtung ist hier nicht mit dargestellt. Dem Drahteinzug vorgeschaltet ist außerdem erfindungsgemäß eine E- bzw. G-Modulmeßeinrichtung E/G-ME mit einer Kraftmeßeinrichtung KME und einer Wegmeßeinrichtung WME, mit der die Verformung des Drahtes und die dazugehörige Kraft ermittelt werden. Aus den ermittelten Kraft- und Verformungswerten können die aktuellen Werte für den E-Modul des Drahtes bestimmt werden. Aus dem E-Modul läßt sich der G-Modul ermitteln. Nachdem der Draht die Meßeinrichtung durchlaufen hat, wird er der Einzugeinrichtung und damit der Umformeinrichtung zugeführt, die die Windestifte 3 und den Steigungskeil enthält. Windestifte 3 und Steigungskeil sind jeweils mit Linearantrieben verbunden, mit denen die aktuell erforderliche Stellung dieser Elemente positioniert wird. Die Windestifte 3 sind außerdem mit einer Kraftmeßeinrichtung KME verbunden, die Aussagen über die gemessenen Umformkräfte zur Auswertung an die Signalaufbereitung übergibt. Nach dem Durchlaufen der Umformeinrichtung ist der Draht zu einem Federkörper geformt. Die Abmessungen des Federkörpers werden von der Außendurchmesser-Meßeinrichtung ADME und der Steigungsmeßeinrichtung SME ermittelt. Der Federkörper wird mit Hilfe eines von der Signalaufbereitung angesteuerten Trennmessers in der jeweils erforderlichen Länge abgeschnitten. Die dadurch entstandene Feder wird mit einer Längenmeßeinrichtung LME und einer Kraftmeßeinrichtung KME

so ausgewertet, daß die Kennlinie der Feder bestimmt ist. Die so gewonnenen aktuellen Daten werden ebenfalls der Signalaufbereitungseinrichtung zugeführt. Das Messen der Federlänge mittels Längenmeßeinrichtung LME sowie der Federkräfte mittels Kraftmeßeinrichtung KME und die damit mögliche Bestimmung der Federkennlinie kann auch vor dem Abschneiden der Feder durchgeführt werden.

Die Anordnung ermöglicht es, Federdrahtdurchmesserabweichungen zu erfassen sowie entsprechende Kompensationen und deren Auswirkungen auf die Steigung der Federkennlinien durch geregelte Änderung anderer Federparameter, vorzugsweise des Federdurchmessers, zu realisieren. Da außerdem der Istwert des Gleitmoduls erfaßt wird, können daraus eine Reihe weiterer Korrekturinformationen zur Einhaltung der Federkennlinie gewonnen und bei den Stellbewegungen berücksichtigt werden.

20

25

30

5

BEZUGSZEICHENLISTE

10

1 Drahtdurchmessermeßeinrichtung

2 Rollen

3 Windestifte

4 Drahtschlaufen

15

5 Feder

6 CCD-Matrix

7 V-Nut

N1,N2,N3 Reaktionskräfte

N4,N5 Windekräfte

20

F Feder

P Steigung

D_a Federaußendurchmesser

MS Dehnmeßstreifen

25

DDME Drahtdurchmesser-Meßeinrichtung

ADME Außendurchmesser-Meßeinrichtung

SME Steigungsmeßeinrichtung

LME Längenmeßeinrichtung

KME Kraftmeßeinrichtung

WME Winkelmeßeinrichtung

30

E/G-ME E bzw. G-Modul-Meßeinrichtung

Z Zuführeinrichtung

L Leitrad

H Haspel

S Drahtschlaufe

35

DF Drahtabzugsführung

EF Einlaufführung

C Coil

SP Spule

D Draht

40

A Abwickeleinheit

R Rollen

L1,L2,L3 Lager

FR Führungsrollen

SR Sensorrollen

45

5

P A T E N T A N S P R Ü C H E
=====

10

1. Verfahren zur Herstellung von Schraubenfedern auf Federwindeautomaten, bei dem ein Draht (D) von einer Abwickeleinrichtung (A), in der eine Spule (Sp) oder ein Coil (C) gelagert ist, abgewickelt und mittels einer gesonderten Zuführeinrichtung (Z) einer Umformeinrichtung, welche Windestifte oder -rollen und/oder einen Steigungskeil enthält, zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Draht (D) zwischen Abwickeleinrichtung (A) und Zuführeinrichtung (Z) in einer Drahtschlaufe (S) geführt wird, wobei die seitliche Auslenkung der Drahtschlaufe (S) durch eine Erkennungseinheit (E1) ermittelt wird, und die Abwickeleinrichtung (A) außer der Drehbewegung zum Abwickeln noch eine Zusatzbewegung ausführt, deren Betrag und Richtung durch die Erkennungseinheit (E1) vorgegeben wird.

2. Verfahren zur Herstellung von Schraubenfedern auf Federwindeautomaten, bei dem ein Draht (D) von einer Abwickeleinrichtung (A), in der eine Spule (Sp) oder ein Coil (C) gelagert ist, abgewickelt und mittels einer gesonderten Zuführeinrichtung (Z) einer Umformeinrichtung, welche Windestifte oder -rollen und/oder einen Steigungskeil enthält, zugeführt wird, **dadurch gekennzeichnet, daß** vor dem Winden die Drahtparameter und nach dem Winden die

35

Federparameter ermittelt und die Meßergebnisse unmittelbar zur Regelung der Stellung der Windestifte oder -rollen und/oder des Steigungskeils verwendet werden.

5

3. Verfahren nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß vor dem Winden der Drahtdurchmesser ermittelt und aus der Abweichung des Drahtdurchmessers von seinem Sollwert die Stellung der Windestifte oder -rollen und/oder des Steigungskeiles so verändert wird, daß sich ein Federdurchmesser gemäß der Beziehung

10

15

$$D_{mk} = D_{mo} \cdot \sqrt[3]{\left(\frac{d_{ist}}{d_o}\right)^4}$$

wobei

D_{mk} = mittlerer Federdurchmesser nach der Korrektur

20

D_{mo} = Sollwert des mittleren Federdurchmessers

d_{ist} = ermittelter Istwert des Drahtdurchmessers

d_o = Sollwert (Normwert)

25

ist.

30

4. Vorrichtung zur Herstellung von Schraubenfedern auf Federwindeautomaten, bei der ein Draht (D) von einer Abwickeleinrichtung (A), in der eine Spule (Sp) oder ein Coil (C) gelagert ist, abgewickelt und mittels einer gesonderten Zuführeinrichtung (Z) einer Umformeinrichtung, welche Windestifte oder -rollen enthält, zugeführt wird, dadurch gekenn-

zeichnet, daß die Vorrichtung eine Abwickleinrichtung (A) enthält, in der die Spule (Sp) oder das Coil (C) gelagert ist, und zwischen Abwickleinrichtung (A) und Führungseinrichtung (Z) der Draht (D) in einer Drahtschleife (S) geführt wird, wobei in der Nähe der Drahtschleife (S) eine Erkennungseinheit (E1) zur Erkennung der seitlichen Auslenkung der Drahtschleife (S) angeordnet ist.

5
10
15
20
25
30

5. Vorrichtung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** parallel zum gelagerten Coil (C) eine um die gleiche Achse drehbare Drahtablaufführung (DF) angeordnet ist, deren Drehbewegung von einer in Ablaufrichtung hinter der Abwickleinrichtung (A) angeordneten Erkennungseinheit (E1) gesteuert wird.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Erkennungseinheit (E1) eine die Drahtschleife (S) aufnehmenden Rolle, welche zusätzlich in einer zur Drahtführungsrichtung parallelen Achse drehbar gelagert ist, und einen Sensor, der ein von der Auslenkung der Drahtschleife abhängiges Signal erzeugt, enthält.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Erkennungseinheit (E1) je einen beiderseits der Drahtschleife (S) angeordneten Sensor enthält, deren Signale eine Schwenkbewegung der Abwickleinrichtung (A) um eine parallel zur Drahtabzugsrichtung angeordnete Achse steuert.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** an der Vorrichtung eine Drahtdurchmessermeßeinrichtung (DDME) angebracht ist.

5

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, daß** an der Vorrichtung eine Meßeinrichtung zur Bestimmung des E-Moduls bzw. des G-Moduls (G/E-ME) angebracht ist.

10

10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** die E-Modul- bzw. G-Modul-Meßeinrichtung (G/E-ME) aus Rollen besteht, welche ein elastisches Verformen des Drahtes um definierte Werte bewirken und dabei die Verformungskräfte und Verformungswege messen.

15

11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** an den Windestiften oder -rollen Kraftsensoren zur Ermittlung der Verformungskräfte angebracht sind.

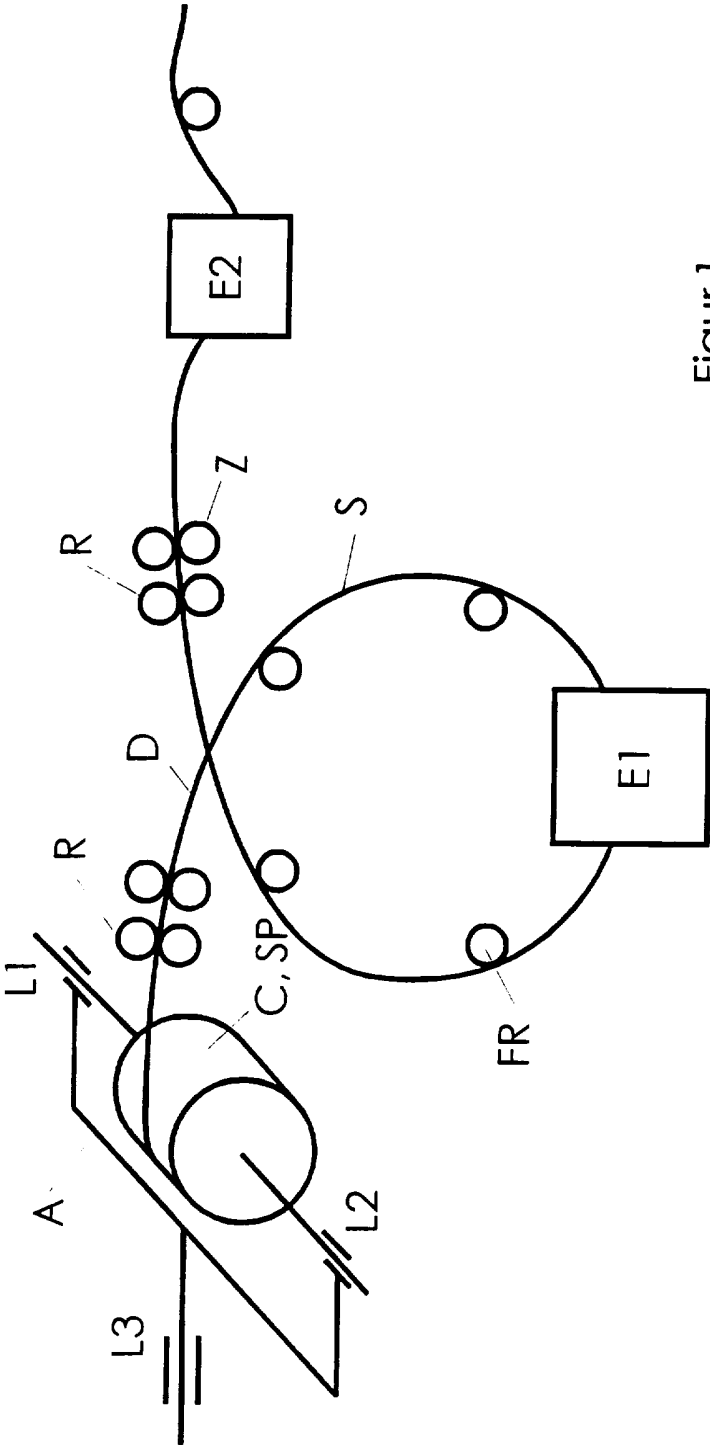
20

12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorrichtung mit einer Einrichtung zur Messung des Federaußendurchmessers (ADME) und der Steigung der Feder versehen ist.

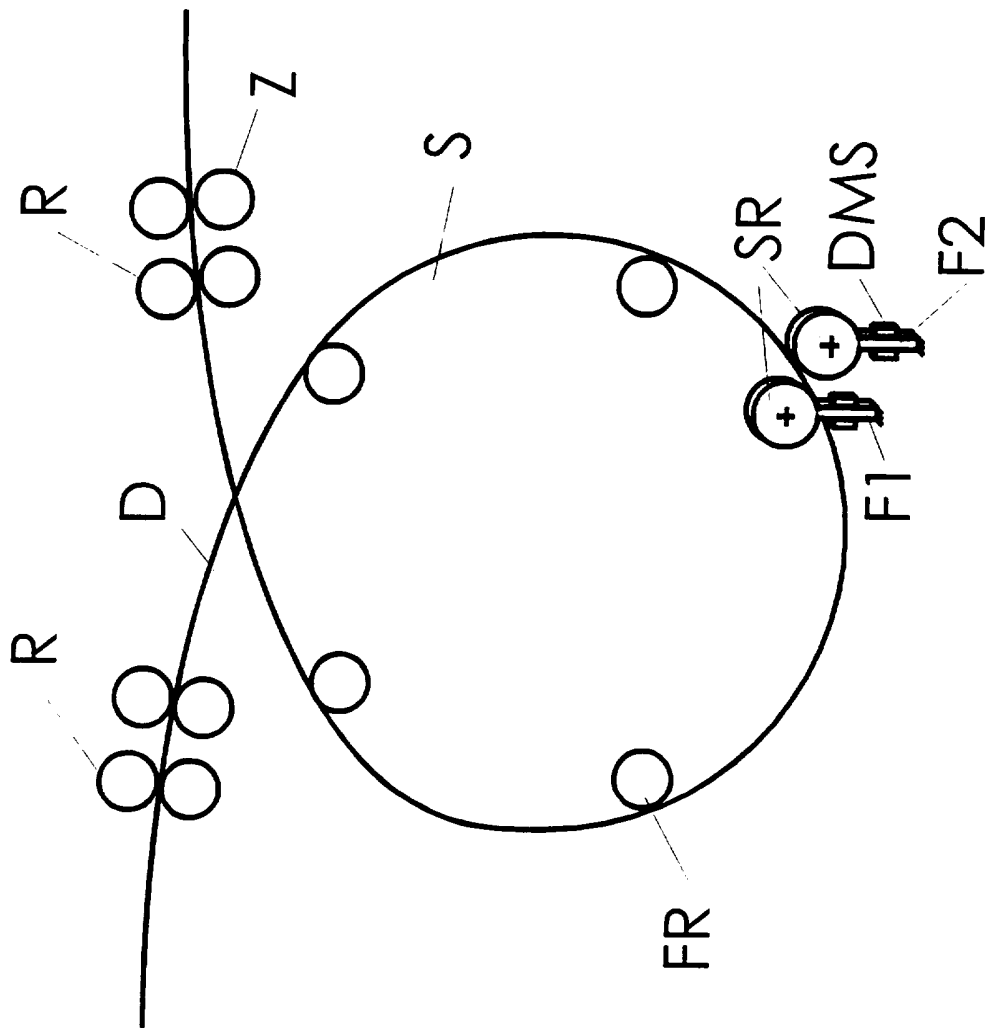
25

13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 4 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Vorrichtung eine Einlaufführung (EF) enthält, mit der der Draht der Umformeinrichtung in einem definierten Bogen zugeführt wird.

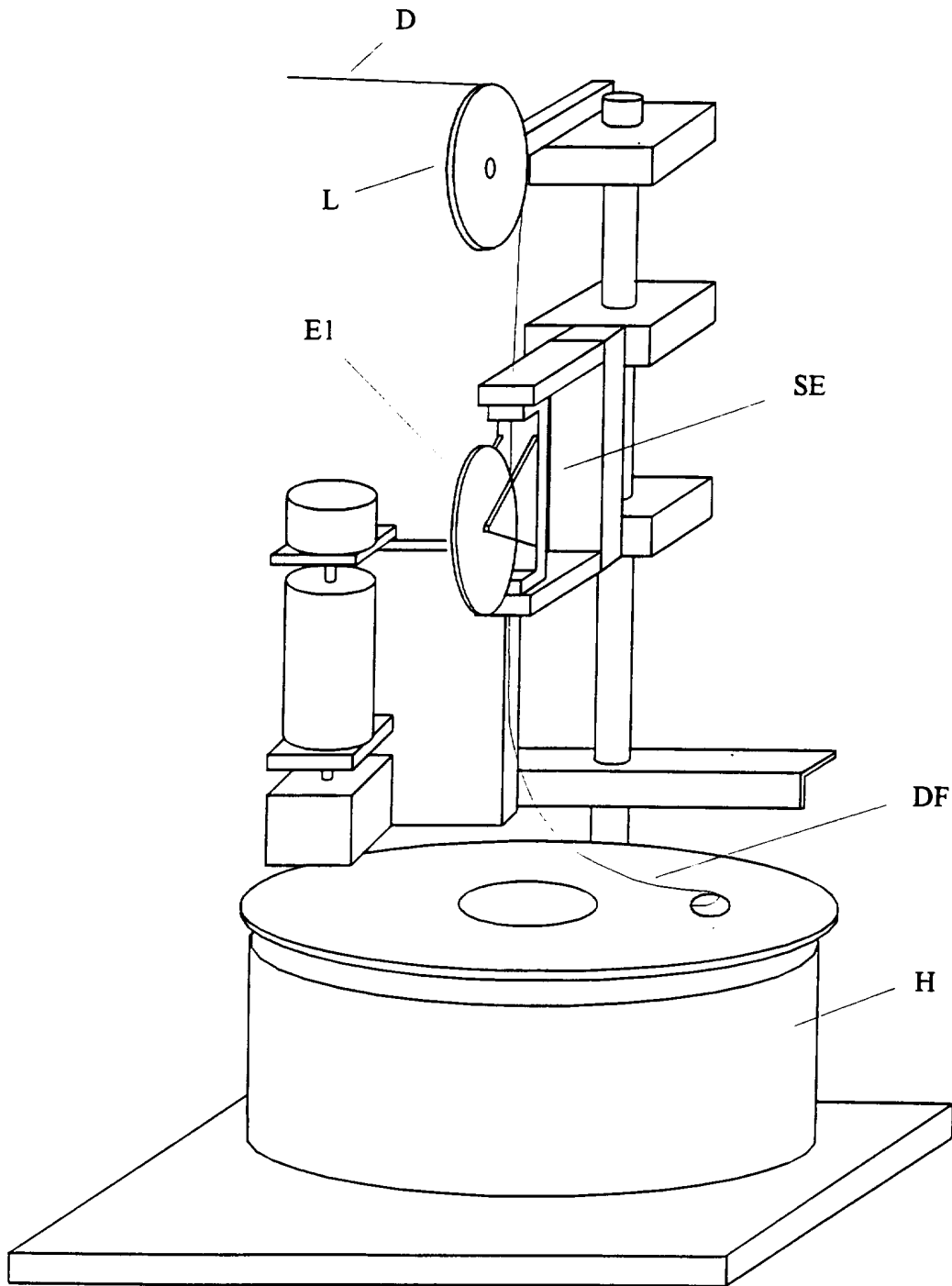
30



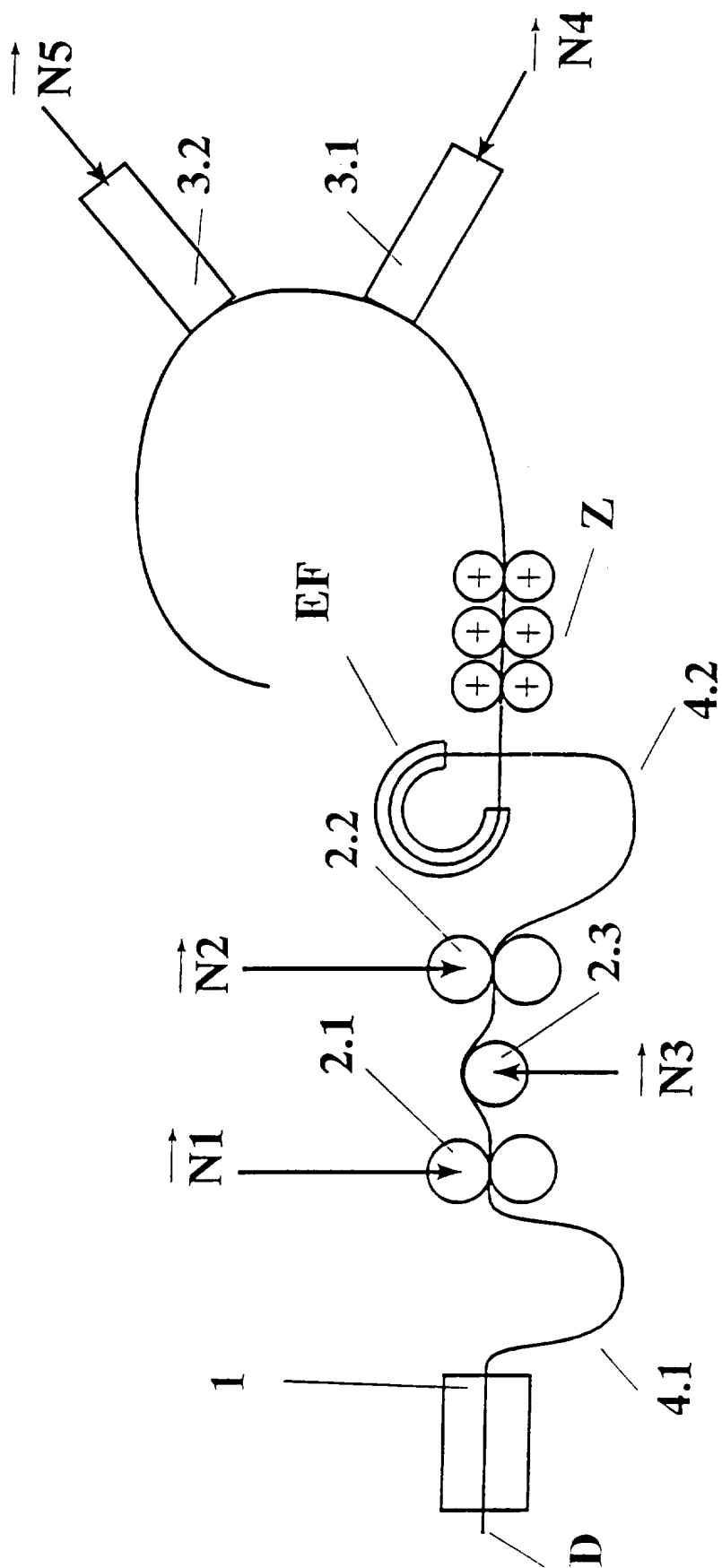
Figur 1



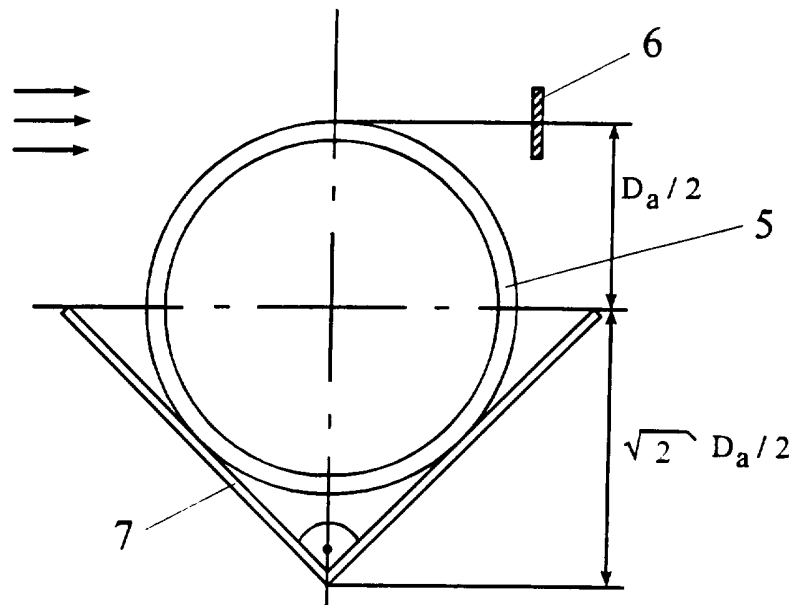
Figur 2



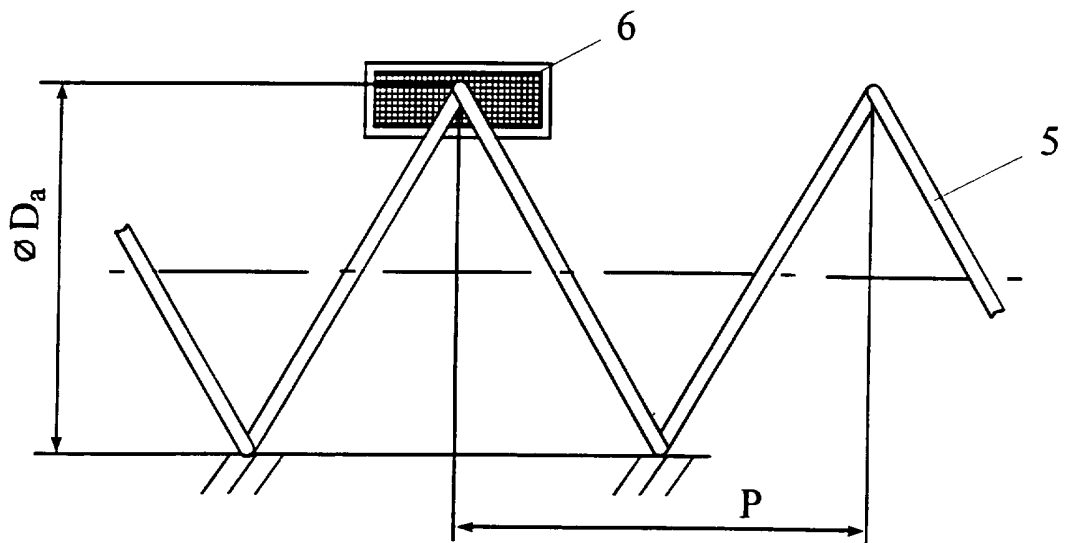
Figur 3



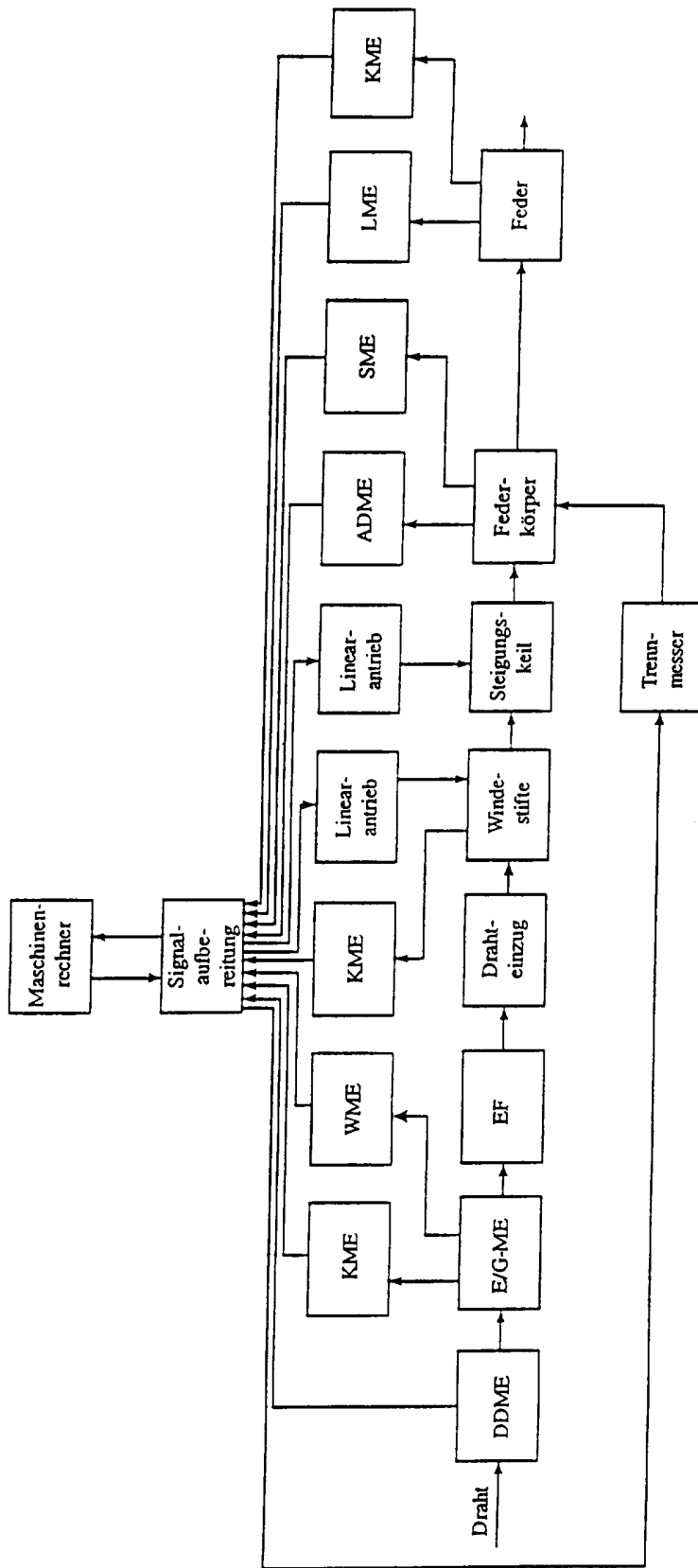
Figur 4



Figur 5



Figur 6



Figur 7

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. nal Application No
PCT/DE 95/01733

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 B21F3/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
IPC 6 B21F B21C

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 5 no. 25 (M-055) ,14 February 1981 & JP,A,55 153633 (TOKYO SEIKO KK) 29 November 1980, cited in the application see abstract	1,4,7
A	---	
A	DE,A,18 15 640 (NHK SPRING CO) 25 June 1970 see claim 1; figures 2,4	1
A	---	
A	DE,A,35 38 944 (SAXTON) 3 July 1986 cited in the application see abstract	2,12

	-/--	

Further documents are listed in the continuation of box C. Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents :

<p>"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance</p> <p>"E" earlier document but published on or after the international filing date</p> <p>"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)</p> <p>"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means</p> <p>"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed</p>	<p>"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention</p> <p>"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone</p> <p>"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.</p> <p>"&" document member of the same patent family</p>
--	--

Date of the actual completion of the international search <p style="text-align: center;">2 April 1996</p>	Date of mailing of the international search report <p style="text-align: center;">25.04.96</p>
--	---

Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+ 31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+ 31-70) 340-3016	Authorized officer <p style="text-align: center;">Barrow, J</p>
---	--

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Inter. nal Application No
PCT/DE 95/01733

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO,A,86 04837 (TH. KIESERKING & ALBRECHT GMBH) 28 August 1986 see page 4, line 29 - page 5, line 24; figure 2	8
A	--- US,A,4 491 003 (MESSICK) 1 January 1985 -----	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No
PCT/DE 95/01733

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE-A-1815640	25-06-70	NONE	
DE-A-3538944	03-07-86	US-A- 4672549	09-06-87
		JP-B- 7098239	25-10-95
		JP-A- 61209738	18-09-86
WO-A-8604837	28-08-86	DE-A- 3505739	21-08-86
		EP-A, B 0215006	25-03-87
		JP-T- 62501894	30-07-87
		US-A- 4918958	24-04-90
US-A-4491003	01-01-85	NONE	

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 95/01733

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
IPK 6 B21F3/02

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchiertes Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
IPK 6 B21F B21C

Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehorende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 5 no. 25 (M-055), 14. Februar 1981 & JP,A,55 153633 (TOKYO SEIKO KK) 29. November 1980, in der Anmeldung erwähnt siehe Zusammenfassung ---	1,4,7
A	DE,A,18 15 640 (NHK SPRING CO) 25. Juni 1970 siehe Anspruch 1; Abbildungen 2,4 ---	1
A	DE,A,35 38 944 (SAXTON) 3. Juli 1986 in der Anmeldung erwähnt siehe Zusammenfassung ---	2,12
	-/--	

Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen

Siehe Anhang Patentfamilie

* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :

A Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist

E älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist

L Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)

O Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht

P Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist

T Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist

X Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden

Y Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderscher Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist

Z Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche

2. April 1996

Absenddatum des internationalen Recherchenberichts

25.04.96

Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde

Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Bevollmächtigter Bediensteter

Barrow, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. nationales Aktenzeichen
PCT/DE 95/01733

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	WO,A,86 04837 (TH. KIESERKING & ALBRECHT GMBH) 28.August 1986 siehe Seite 4, Zeile 29 - Seite 5, Zeile 24; Abbildung 2	8
A	US,A,4 491 003 (MESSICK) 1.Januar 1985 -----	

1

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE 95/01733

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE-A-1815640	25-06-70	KEINE	

DE-A-3538944	03-07-86	US-A- 4672549	09-06-87
		JP-B- 7098239	25-10-95
		JP-A- 61209738	18-09-86

WO-A-8604837	28-08-86	DE-A- 3505739	21-08-86
		EP-A,B 0215006	25-03-87
		JP-T- 62501894	30-07-87
		US-A- 4918958	24-04-90

US-A-4491003	01-01-85	KEINE	
