



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
21.03.2001 Patentblatt 2001/12

(51) Int Cl.7: **B21C 37/20**

(21) Anmeldenummer: **00400265.5**

(22) Anmeldetag: **28.01.2000**

(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

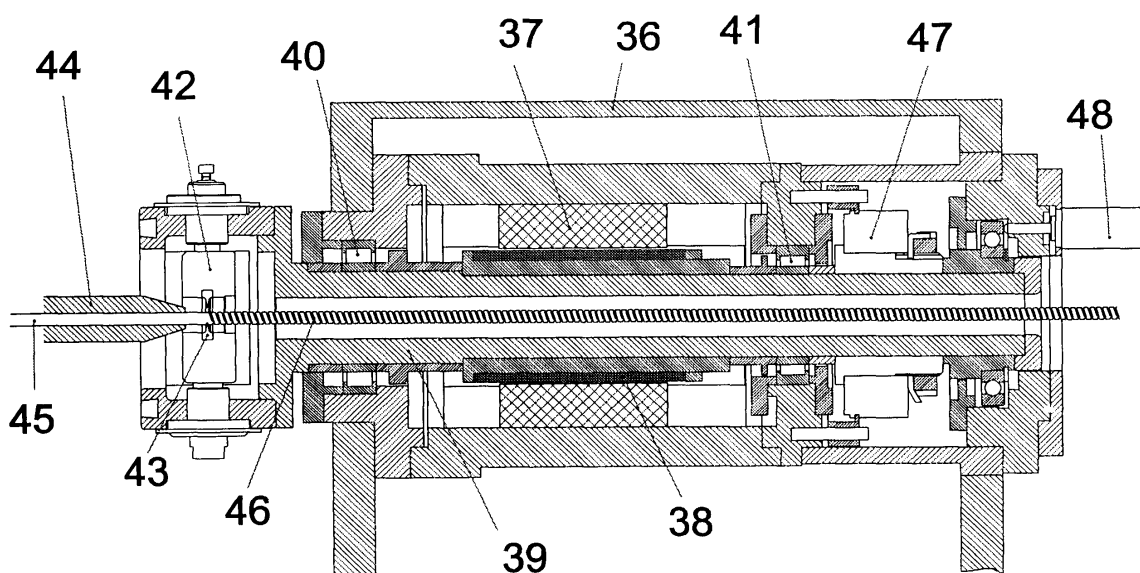
(71) Anmelder: **ALCATEL**
75008 Paris (FR)

(72) Erfinder:
• **Frohne, Christian, Dr.-Ing.**
30657 Hannover (DE)
• **Hoffmann, Ernst, Dipl.-Ing.**
30855 Langenhagen (DE)
• **Klebl, Wolfram, Dipl.-Ing.**
30916 Isernhagen (DE)
• **Müller, Dieter, Dipl.-Ing.**
30900 Wedemark (DE)

(54) **Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung längsnahtgeschweisster und gewellter Metallrohre**

(57) Bei einem Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung längsnahtgeschweißter und gewellter Metallrohre (46), wird ein von einer Vorratsspule abgezogenes Metallband zum Schlitzrohr geformt, an seinen Längskanten verschweißt und das geschweißte Glattrohr (45) gewellt. Eine von einem Elektromotor angetriebene Ab-

zugsvorrichtung greift an dem Glattrohr an. Das Glattrohr (45) wird mittels einer in einem drehantreibbaren Wellerkopf (42) befindlichen Wellerscheibe (43) gewellt. Die Erfindung besteht darin, daß der Wellerkopf (42) direkt von einem Hohlwellenmotor (37,38) angetrieben wird.



Figur 2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren sowie eine Vorrichtung nach dem Oberbegriff der Ansprüche 1 und 7.

[0002] Aus der DE-A-16 52 990 ist eine Einrichtung zum kontinuierlichen Wellen dünnwandiger, insbesondere längsnahtgeschweißter Glattrohre bekannt, bei welchem ein von einer Vorratsspule abgezogenes Metallband zu einem Schlitzrohr geformt, an seinen Längskanten verschweißt und einer Wellvorrichtung zugeführt wird, in welcher das geschweißte Glattrohr mit einer schraubenlinienförmigen Wellung versehen wird. Die Wellvorrichtung besteht aus einem Gehäuse, in welchem coaxial zu dem durchlaufenden Glattrohr ein Wellerkopf drehantreibbar angeordnet ist. In dem Wellerkopf ist exzentrisch zum Glattrohr und unter der Schraubensteigung geneigt ein Wellerwälzring frei drehbar gelagert, der sich bei Drehung des Wellerkopfes auf der Oberfläche des Glattrohres abwälzt und dabei die Wandung des Glattrohres einformt.

[0003] Der Drehantrieb des Wellerkopfes ist über ein Getriebe mit einer Abzugsvorrichtung gekuppelt, mit der das Glattrohr transportiert wird. Der Wellerkopf ist an einer Hohlwelle befestigt, die an ihrer äußeren Oberfläche ein Zahnrad trägt, welches mit einem Ritzel eines Zahnradgetriebes kämmt. Das Zahnradgetriebe ist über ein stufenlos regelbares Getriebe mit einem Hauptantriebsmotor gekuppelt, der gleichzeitig die Abzugsvorrichtung antreibt.

[0004] Mit einer solchen Vorrichtung ist es möglich, in kontinuierlicher Arbeitsweise schraubenlinien- oder ringförmig gewellte Metallrohre herzustellen.

[0005] Wegen der großen umlaufenden Massen des Wellerkopfes und der Hohlwelle ist die Drehgeschwindigkeit des Wellerkopfes und damit die Fertigungsgeschwindigkeit für das gewellte Metallrohr naturgemäß relativ niedrig.

[0006] Eine andere Wellvorrichtung ist in der DE-A-20 49 235 beschrieben. Auch hier ist ein drehantreibbarer Wellerkopf vorgesehen, der wie oben beschrieben, über eine Hohlwelle, Zahnradgetriebe, stufenlos regelbares Getriebe und einen Elektromotor antreibbar ist. In dem Wellerkopf ist ein Wellwerkzeug gelagert, welches eine Verformungsrippe aufweist, welche die Wellung erzeugt. Die Verformungsrippe hat einen schraubenlinienförmigen Verlauf, ihre lichte Weite ist kleiner als der Außendurchmesser des Glattrohres. Beim Wellvorgang schraubt sich die Verformungsrippe quasi auf das Glattrohr auf und formt eine schraubenlinienförmige Wellung in die Rohrwandung. Diese Welltechnik wird vornehmlich für die Herstellung von Hochfrequenzkabeln eingesetzt.

[0007] Da bei dieser Wellvorrichtung der gleiche Antrieb verwendet wird, weist auch diese Wellvorrichtung die geschilderten Nachteile auf.

[0008] Der vorliegenden Erfindung liegt von daher die Aufgabe zugrunde, die bekannten Wellverfahren sowie

Wellvorrichtungen dahingehend zu verbessern, daß die umlaufenden Massen verringert und dadurch die Rotationsgeschwindigkeit des Wellerkopfes erhöht und somit eine höhere Fertigungsgeschwindigkeit erzielbar ist.

5 **[0009]** Diese Aufgabe wird durch die im Kennzeichen der Ansprüche 1 und 7 erfaßten Merkmale gelöst.

[0010] Der wesentliche Vorteil der Erfindung ist darin zu sehen, daß durch den Einsatz eines Hohlwellenmotors die Anzahl rotierender Maschinenelemente in der 10 Wellvorrichtung auf ein Minimum zurückgeführt werden kann. Das Massenträgheitsmoment der rotierenden Elemente wird auf das Massenträgheitsmoment der Hohlwelle bzw. des Rotors des Hohlwellenmotors reduziert. Daraus resultiert eine Erhöhung der Regelgeschwindigkeit des Antriebssystems, was zu einer Verbesserung der Qualität der Wellrohre führt. Insbesondere, wenn die Wellrohre für die Hochfrequenzübertragung z. B. als Hohlleiter oder als Innen- und/oder Außenleiter eines coaxialen Hochfrequenzkabels verwendet werden, führt eine gleichmäßige Form der Wellung zu einer Verringerung der Höhe von Reflexionsspitzen sowie zu einer Reduzierung des Reflexionsniveaus.

[0011] Die Erfindung ist anhand der in den Figuren 1 bis 4 schematisch dargestellten Ausführungsbeispiele 20 näher erläutert.

[0012] Fig. 1 zeigt eine Ansicht einer Fertigungsstraße 1 für z. B. koaxiale Hochfrequenzkabel. Von einer Vorratstrommel 3 wird der mit nicht näher bezeichneten Abstandshalterungen versehene Innenleiter 5, z. B. ein gewelltes Kupferrohr, abgezogen. Von einer Vorratsspule 7 wird ein Metallband 11, z. B. aus Kupfer, abgezogen, durch eine Reinigungsanlage 9 transportiert und einer Formvorrichtung 13 zugeführt, in welcher das Kupferband 11 zu einem zu dem Innenleiter 5 konzentrischen Rohr mit Längsschlitz geformt wird. Mittels einer Schweißvorrichtung 15, vorzugsweise einer WIG Schweißeinrichtung, wird der Längsschlitz verschweißt. In Durchlaufrichtung gesehen hinter der Schweißeinrichtung 15 ist eine Abzugsvorrichtung 17 angeordnet, die das verschweißte Rohr 23 und damit den Innenleiter 5 und das Kupferband 11 transportiert. Die Abzugsvorrichtung 17 besteht aus einer endlosen Kette 19, an welcher in bestimmten Abständen zueinander Spannzangen 21 montiert sind. Innerhalb des Abzugsgehäuses 31 sind Kettenräder 33 und 35 vorgesehen, um welche die endlose Kette 19 herumgeführt wird. Das Kettenrad 33 ist mittels eines nicht dargestellten Elektromotors angetrieben und treibt die Kette 19 mit den darauf montierten Spannzangen 21 an, wogegen das Kettenrad 35 als Kettenspannrad dient.

50 **[0013]** Hinter der Abzugsvorrichtung 17 ist eine Wellvorrichtung 25 angeordnet, welche in die Wandung des geschweißten Rohres 23 eine ring- oder schraubenförmige Wellung einformt. Über einen Tänzer 27 geregelt wird das so gefertigte Hochfrequenzkabel auf eine Kabeltrommel 29 aufgewickelt. In dem fertigen Hochfrequenzkabel bildet das Rohr 23, nachdem es mit einer Wellung versehen wurde, den Außenleiter.

[0014] Die Abzugsvorrichtung 17 ist Gegenstand des DBP 11 64 355, auf welches Bezug genommen wird.

[0015] In Figur 2 ist die Wellvorrichtung dargestellt. In einem feststehenden Gehäuse 36 ist der Stator 37 eines Elektromotors fixiert. Der Rotor 38 des Elektromotors ist als Hohlwelle ausgebildet (Hohlwellenmotor). Der Rotor 38 ist fest mit einer Hohlwelle 39 verbunden z. B. aufgepreßt oder aufgeschraubt. Die Hohlwelle 39 ist über Wälzlager bzw. Lager 40 und 41 mit längsverschieblichem Innenring drehbar in dem feststehenden Gehäuse 36 gelagert.

[0016] An das eine Ende der Hohlwelle 39 ist der Wellerkopf 42 angeflanscht, der somit über die Hohlwelle 39 direkt von dem Hohlwellenmotor angetrieben wird. In dem Wellerkopf 42 ist eine Wellerscheibe 43 befestigt, welche die Wellung in dem Glattrohr 45 erzeugt. Zur Abstützung des Glattrohres 45 ist unmittelbar vor der Wellerscheibe 43 eine Wellerbuchse 44 angeordnet, deren Innendurchmesser nahezu gleich dem Außendurchmesser des Glattrohres 45 ist. Die Wellerscheibe kann eine ringförmige, d. h. in sich geschlossene Verformungsrippe aufweisen. In diesem Fall ist der Innendurchmesser der Verformungsrippe größer als der Außendurchmesser des Glattrohres 45, die Wellerscheibe 43 ist frei drehbar und zur Längsachse des Glattrohres geneigt sowie exzentrisch zur Rohrachse angeordnet. Die Wellerscheibe 43 wälzt sich auf der Oberfläche des Glattrohres 45 bei Rotation des Wellerkopfes 42 ab und erzeugt aufgrund der exzentrischen Lagerung eine schraubenlinienförmig verlaufende Wellung (siehe Wellrohr 46).

[0017] Soll ein Wellrohr mit ringförmiger Wellung erzeugt werden, wird eine Wellerscheibe 43 mit einer schraubenlinienförmig verlaufenden Verformungsrippe verwendet.

[0018] Wird eine Wellerscheibe 43 mit einem schraubenlinienförmigen Verlauf der Verformungsrippe verwendet und ist die lichte Weite der Verformungsrippe kleiner als der Außendurchmesser des Glattrohres 45 und ist die Wellerscheibe 43 weder geneigt noch exzentrisch und auch nicht frei drehbar in dem Wellerkopf 42 gelagert, dann schraubt sich die Wellerscheibe 43 quasi auf das Glattrohr 45 auf und erzeugt dabei eine schraubenlinienförmige Wellung. Der Außendurchmesser des gewellten Rohres gemessen im Wellental entspricht dann in etwa der lichten Weite der Wellerscheibe 43.

[0019] Die Drehzahl des Hohlwellenmotors ist über ein festes Verhältnis jedoch abhängig von den Dimensionen des herzustellenden gewellten Metallrohres mit der Drehzahl des Elektromotors für die Abzugsvorrichtung gekoppelt. Die Geschwindigkeit, mit welcher das Glattrohr 45 dem Wellerkopf 42 zugeführt wird genügt der Formel

$$V = n \cdot s \cdot c$$

worin n die Drehzahl des Hohlwellenmotors, s die Stei-

gung der Wellung und c der Faktor ist, welcher die Anzahl der Überrollungen pro Ring und die Einwellung berücksichtigt. Unter der Steigung versteht man den Abstand zweier Wellenkuppen voneinander. Die Drehzahl des Hohlwellenmotors wird mittels eines Resolvers oder Inkrementalgebers 47 gemessen.

[0020] Weicht nun z. B. bedingt durch eine unterschiedliche Härte des Metallbandes die Drehzahl des Hohlwellenmotors von der vorgegebenen Drehzahl ab, so arbeitet der Wellerkopf 42 entweder auf Druck oder auf Zug. Bei einem Arbeiten auf Druck wird mehr Glattrohr 45 zugeführt als entsprechend der Drehzahl des Hohlwellenmotors und der Steigung vorgegeben ist, d. h. das Glattrohr 45 schiebt gegen die Wellerscheibe 43. Bei einem Arbeiten auf Zug ist es umgekehrt, die Wellerscheibe 43 versucht mehr Glattrohr 45 heranzuziehen.

[0021] Diese Veränderung der vorgegebenen Daten werden durch einen Meßaufnehmer 48 gemessen.

[0022] Der Meßaufnehmer 48 kann entweder ein Linearpotentiometer, eine Druckmeßdose oder an sich bekannte Biegeelemente mit Dehnmeßstreifen bestückt sein.

[0023] Der Meßwert wird in den Regelkreis eingegeben und die Drehzahl des Hohlwellenmotors entweder erhöht (bei Druck) oder verringert (bei Zug).

[0024] Bei dem Ausführungsbeispiel nach Figur 3 ist der Hohlwellenmotor auf einem längsverschiebbaren Schlitten 49 gelagert, dessen Verschiebeweg durch das Linearpotentiometer 48 bzw. dessen auf eine Druckmeßdose oder Biegeelement einwirkende Axialkraft gemessen wird.

[0025] Anhand der Figur 4 soll das Regelschema für das erfindungsgemäße Wellverfahren verdeutlicht werden.

[0026] Vom Pult aus wird die Fertigungsgeschwindigkeit vorgegeben. Für die verschiedenen Rohrtypen, die sich im Durchmesser, der Welltiefe, der Wellsteigung und dem Bandmaterial unterscheiden können, ist ein empirisch ermitteltes Verhältnis i_{soll} zwischen der Drehzahl des Abzuges n_A und der Drehzahl n_{Weller} vorgegeben.

[0027] Bei einer Erhöhung der Fertigungsgeschwindigkeit, z. B. beim Anfahren der Anlage wird die Drehzahl n_A multiplikativ erhöht.

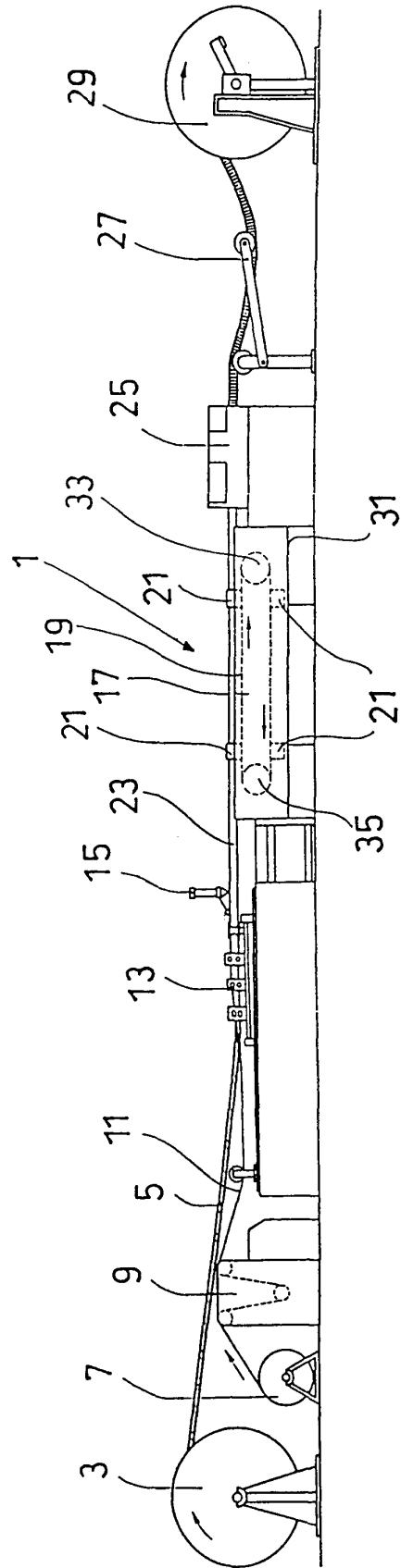
[0028] Verläßt der Wellerkopf seine axialkraftfreie Mittenlage, wird der von der Meßeinrichtung 48 ermittelte Wert entsprechend in den Regelkreis eingegeben und ein korrigiertes Verhältnis i_{korr} zu dem vorgegebenen Wert i_{soll} addiert.

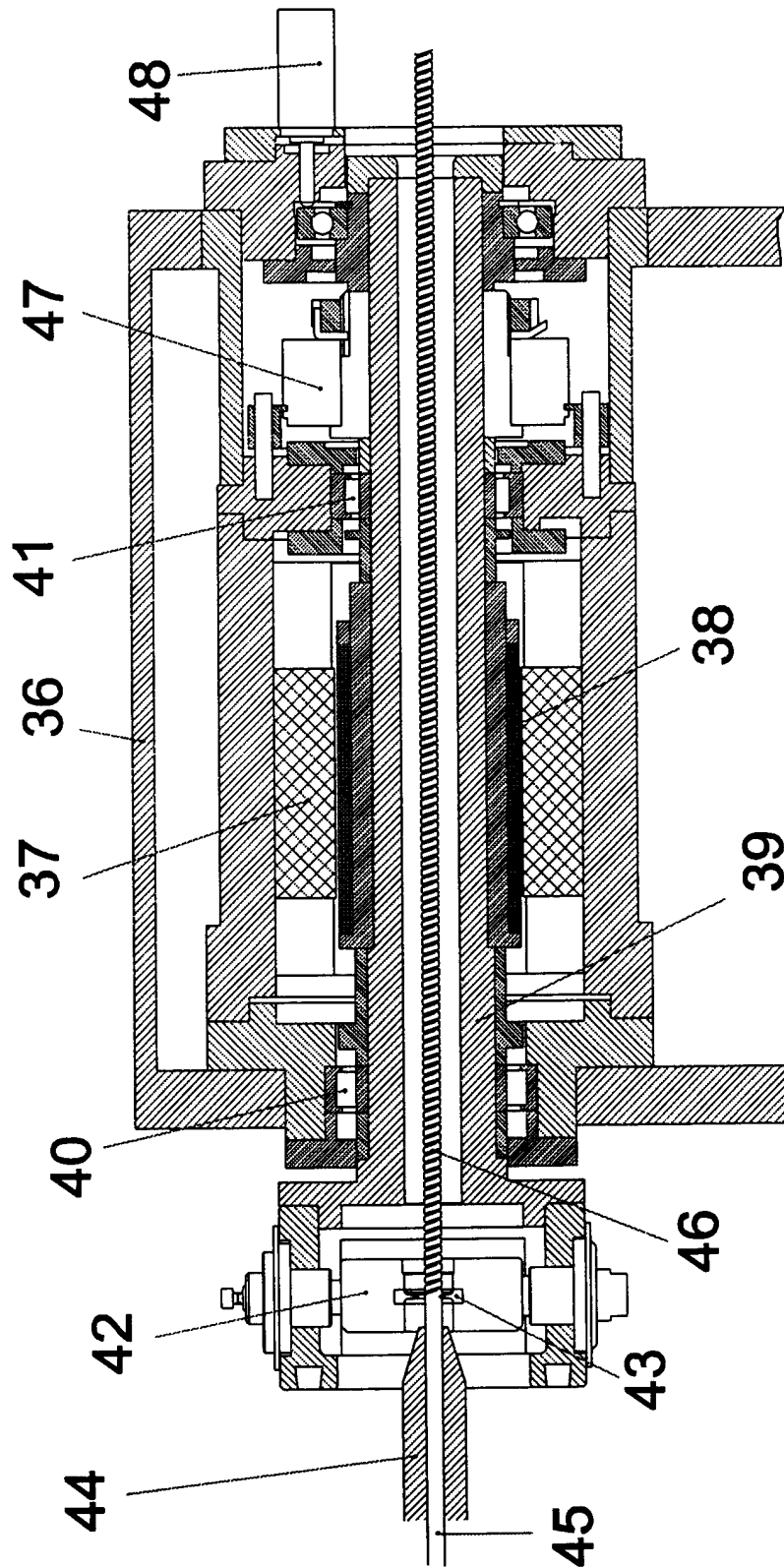
[0029] Auf diese Weise kann sehr schnell der gewünschte Wert der Wellerdrehzahl bei einer Abweichung korrigiert werden. Diese extrem schnelle Korrektur ist nur wegen der extrem geringen rotierenden Massen des Hohlwellenmotors möglich.

Patentansprüche

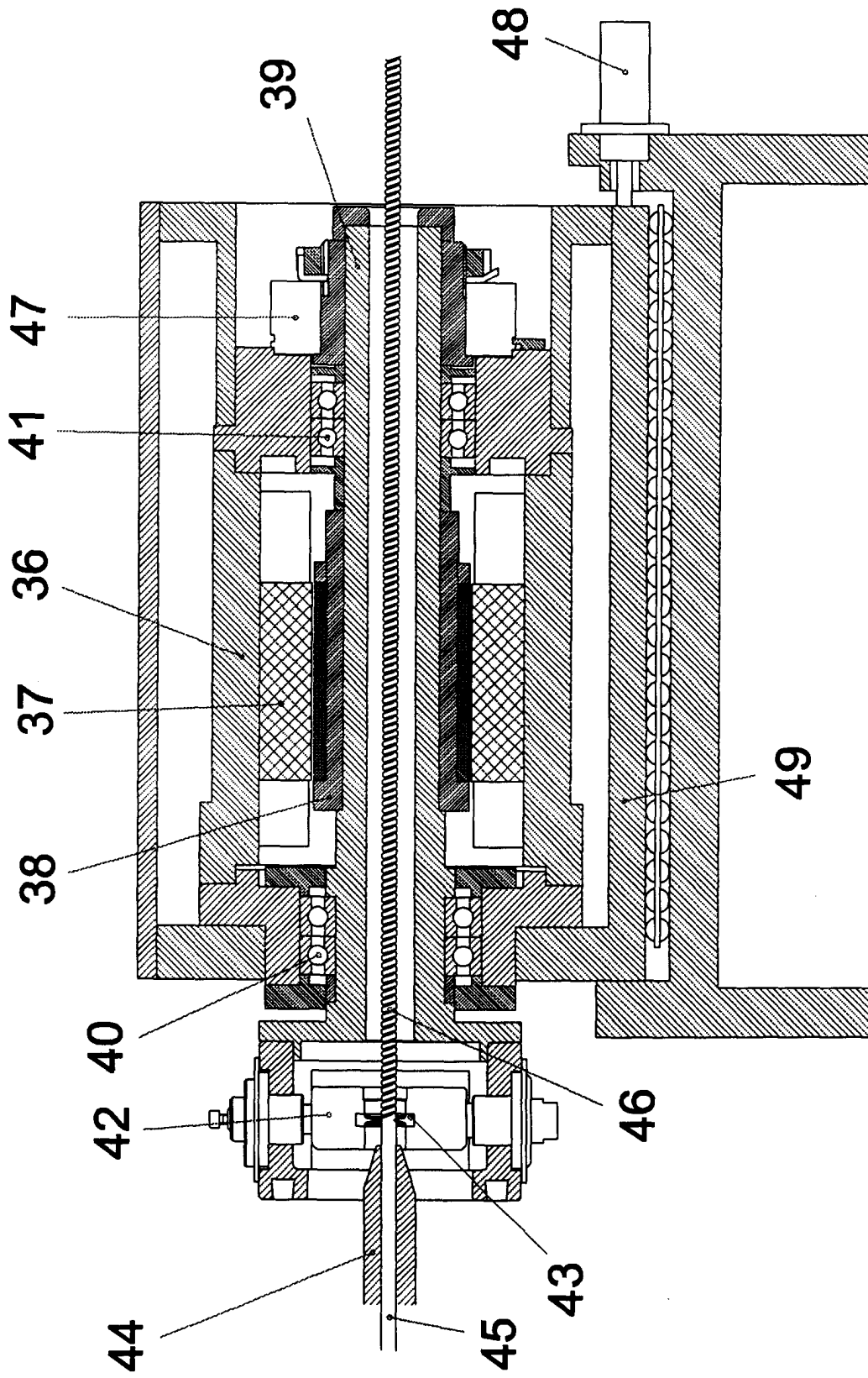
1. Verfahren zur kontinuierlichen Herstellung längsnahtgeschweißter und gewellter Metallrohre, bei dem ein von einer Vorratsspule abgezogenes Metallband zum Schlitzrohr geformt, an seinen Längskanten verschweißt und das geschweißte Glattrohr gewellt wird, wobei eine von einem Elektromotor angetriebene Abzugsvorrichtung an dem Glattrohr angreift und wobei das Glattrohr mittels einer in einem drehantreibbaren Wellerkopf befindlichen Wellerscheibe gewellt wird, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Wellerkopf direkt von einem Hohlwellenmotor angetrieben wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Drehzahl des Hohlwellenmotors in Abhängigkeit von der Drehzahl des Elektromotors der Abzugsvorrichtung geregelt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rotor des Hohlwellenmotors in Längsrichtung des Glattrohres verschieblich in dem Stator des Hohlwellenmotors gelagert ist, daß der Verschiebeweg gemessen wird und daß die Drehzahl des Hohlwellenmotors in Abhängigkeit vom Verschiebeweg korrigiert wird.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Hohlwellenmotor auf einem in Längsrichtung des Glattrohres verschieblichen Schlitten gelagert ist, daß der Verschiebeweg gemessen wird und daß die Drehzahl des Hohlwellenmotors in Abhängigkeit vom Verschiebeweg des Schlittens korrigiert wird.
5. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Verschiebeweg des Rotors bzw. Schlittens mittels eines Linearpotentiometers gemessen wird.
6. Verfahren nach Anspruch 3 oder 4, **dadurch gekennzeichnet**, daß die aufgrund der Verschiebung des Rotors bzw. des Schlittens auf einen Fixpunkt wirkende Axialkraft gemessen wird.
7. Vorrichtung zur kontinuierlichen Herstellung längsnahtgeschweißter und gewellter Metallrohre, bestehend aus einer Vorratsspule für das Metallband, einer das Metallband zum Schlitzrohr formenden Formvorrichtung, einer den Längsschlitz des Schlitzrohres verschweißenden Schweißeinrichtung, einer an dem verschweißten Metallrohr angreifenden mittels eines Elektromotors angetriebenen Abzugsvorrichtung sowie einer Wellvorrichtung, welche einen drehantreibbaren Wellerkopf mit einer im Innern des Wellerkopfes befindlichen Wellerscheibe, welche die Wellung in das Glattrohr einformt, aufweist, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Wellerkopf von dem als Rohr ausgebildeten Rotor eines Hohlwellenmotors angetrieben ist.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Wellerkopf an den Rotor angeflanscht ist.
9. Vorrichtung nach Anspruch 7 oder 8, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rotor in dem Stator längsaxial verschiebbar gelagert ist.
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 9, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Rotor in längsaxialer Richtung gesehen länger ist als der Stator.
11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 10, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Hohlwellenmotor auf einen längsverschieblichen Schlitten montiert ist.
12. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 11, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Drehzahl des Hohlwellenmotors mittels eines Resolvers oder eines Inkrementalgeber erfaßbar ist.
13. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 12, **dadurch gekennzeichnet**, daß die Drehzahl des Hohlwellenmotors auf maximal 6000 U/min begrenzt ist.
14. Vorrichtung nach Anspruch 7 bis 13, **dadurch gekennzeichnet**, daß der Verschiebeweg des Rotors bzw. des Schlittens mittels eines Linearpotentiometers meßbar ist.
15. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 7 bis 14, **dadurch gekennzeichnet**, daß die auf die Wellerscheibe einwirkende Kraft mittels Dehnungsstreifen oder einer Druckmeßdose meßbar ist und die Meßgröße protokolliert und in den Regelkreis für die Drehzahlregelung des Hohlwellenmotors eingegeben wird.

Fig. 1

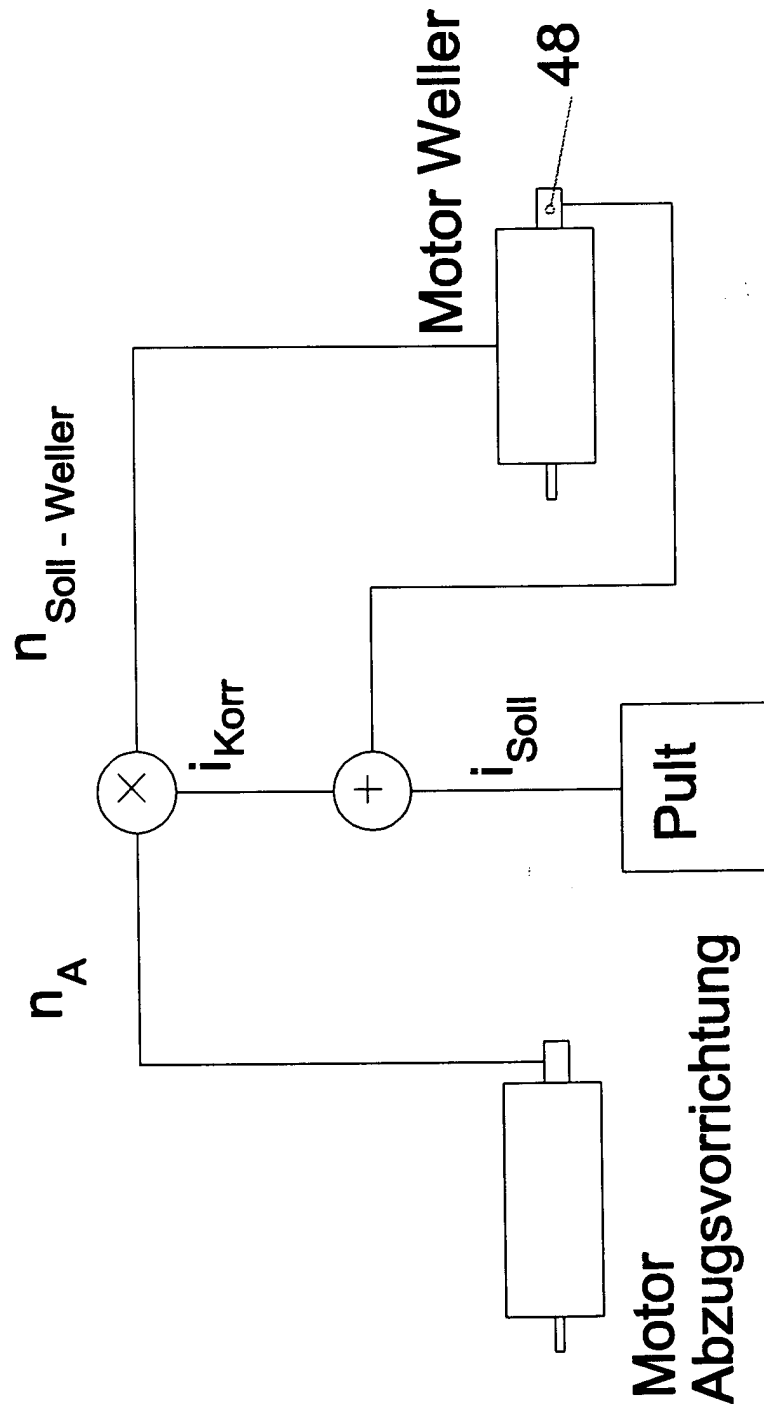




Figur 2



Figur 3



Figur 4



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 00 40 0265

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
Y	DE 41 37 275 A (KABELMETAL ELECTRO GMBH) 19. Mai 1993 (1993-05-19) * Ansprüche 1,2; Abbildung 1 *	1-3,7-10	B21C37/20
Y	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 015, no. 260 (M-1131), 2. Juli 1991 (1991-07-02) -& JP 03 086314 A (MITSUBISHI MATERIALS CORP), 11. April 1991 (1991-04-11) * Zusammenfassung *	1-3,7-10	
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 009, no. 300 (M-433), 27. November 1985 (1985-11-27) -& JP 60 137526 A (HITACHI DENSEN KK), 22. Juli 1985 (1985-07-22) * Zusammenfassung *	1,7	
A	DE 690 138 C (WITZENMANN GMBH PFORTZHEIM) 17. April 1940 (1940-04-17) * Abbildung 1 *	4,11	
A,D	DE 16 52 990 B (KABEL- UND METALLWERKE) 2. Oktober 1969 (1969-10-02) * Anspruch 1; Abbildung 2 *	5,6,14	B21C B21D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 18. Juli 2000	Prüfer Marc Augé
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 : mündliche 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 (P44C03)

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

EP 00 40 0265

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

18-07-2000

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 4137275 A	19-05-1993	CA 2082238 A,C JP 5237556 A US 5325693 A	14-05-1993 17-09-1993 05-07-1994
JP 03086314 A	11-04-1991	JP 2590568 B	12-03-1997
JP 60137526 A	22-07-1985	KEINE	
DE 690138 C		KEINE	
DE 1652990 B	02-10-1969	KEINE	

EPO FORM P0461

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