



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
10.08.2011 Patentblatt 2011/32

(51) Int Cl.:
B21D 22/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10001004.0**

(22) Anmeldetag: **02.02.2010**

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

(71) Anmelder: **Repkon Machine and Tool Industry & Trade Ltd.**
34726 Kalamis-Istanbul (TR)

(72) Erfinder: **Köstermeier, Karl-Heinz**
33378 Rheda-Wiedenbrück (DE)

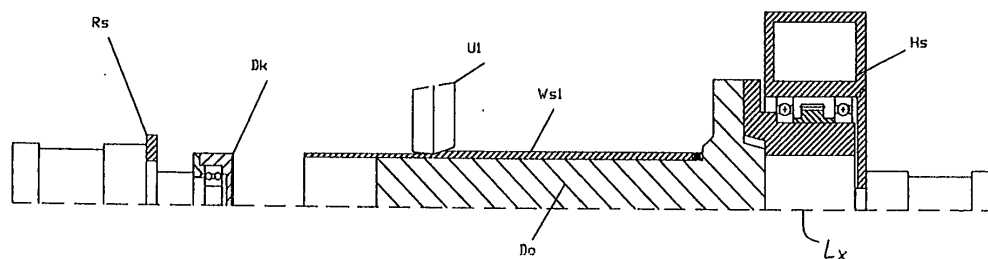
(74) Vertreter: **Schober, Mirko**
Patentanwälte
Thielking & Elbertzhagen
Gadderbaumer Strasse 14
33602 Bielefeld (DE)

(54) **Verfahren zum Umformen eines rotationsymmetrischen Hohlkörpers und Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens**

(57) Bei einem Verfahren zum Umformen eines Werkstücks wird das Werkstück (Ws) parallel zu einer Maschinenlängsachse (Lx) aufgespannt. Das Werkstück (Ws) wird durch radiales Andrücken von wenigstens ei-

ner Drückwalze (U1) und relatives Bewegen von Drückwalze (U1) und Werkstück (Ws) umgeformt. Die Drehachse (L1) der wenigstens einen Drückwalze (U1) ist gegenüber der Richtung der Maschinenlängsachse (Lx) um einen vorgegebenen Winkel geneigt.

Fig. 6



Beschreibung

(Stand der Technik),

[0001] Die Erfindung betrifft Verfahren und eine entsprechende Vorrichtung zum Umformen eines Werkstücks nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1 bzw. des Anspruchs 11.

[0002] Beim Herstellen oder Bearbeiten von rotations-symmetrischen Hohlkörpern aus einer Vorform, insbesondere zum Anformen von Innenprofilen oder Innenverzahnungen, werden Drückwalzen eingesetzt, die durch das radiale Andrücken gegen ein rotierendes Werkstück dieses durch Querschnittsreduzierung verformen. Bei diesen Prozessen werden Drückwalzen und das umgeformte Material infolge hoher Reibungskräfte stark erwärmt. Dies führt zu einem dazu, dass die Umformgeschwindigkeiten und damit letztlich die Produktivität nicht unendlich gesteigert werden können, und dass bei starken Erwärmungen der Werkstoff Anlassstemperaturen erreicht und blau anläuft.

[0003] Aufgabe der Erfindung ist es daher, ein Verfahren der eingangs genannten Art anzugeben, mit welchem sich die Reibungsverluste bei der Herstellung dieser Werkstücke erheblich reduzieren lassen und damit der benötigte Energieaufwand zur Herstellung der entsprechenden Werkstücke verringert werden kann.

[0004] Diese Aufgabe wird durch ein Verfahren mit den Merkmalen des Anspruchs 1 bzw. eine Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach Anspruch 11 gelöst. Vorteilhafte Ausführungsformen finden sich in den abhängigen Ansprüchen. Erfindungsgemäß werden die Drückwalzen beim Umformen gegenüber dem zu bearbeitenden Werkstück schräg angestellt, d.h. die Drehachse der Drückwalze ist nicht parallel zur Vorschubachse bzw. Maschinenachse der verwendeten Vorrichtung.

[0005] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Figuren 1 bis 10 schematisch näher erläutert.

Figur 1 - zeigt die Bildung der senkrechten Kontaktfläche durch Werkstück und Umformrolle,

Figur 2 - zeigt die Draufsicht auf den Kontaktbereich zwischen Werkstück und Umformrolle,

Figur 3 - zeigt den axialen Vorschubweg der Umformrollen, der beim Durchlauf der Länge der Kontaktfläche zurückgelegt worden ist,

Figur 4 - zeigt den Abstand der Umformrollen im Bogenmaß,

Figur 5 - zeigt die eingespannte Vorform zwischen Hauptspindel und Reitstock,

Figur 6 - zeigt einen Zustand während der Umformung,

Figur 7 - zeigt die Lage der Umformrolle in senkrechter Stellung zur Maschinenlängsachse

Figur 8 - zeigt die erfindungsgemäß angeordnete Umformrolle; zur Verdeutlichung wurden die Steigungsspuren der Umformrollen jeweils auf dem Werkstück eingezeichnet,

Figur 9 - zeigt eine Draufsicht auf eine das erfindungsgemäße Verfahren ausführende Drückwalzmaschine,

Figur 10 - zeigt eine Variante der in Figur 3 dargestellten Anordnung mit vorgezogener Umformrolle.

[0006] Bei den bekannten Verfahren zum Drückwalzen nach dem Stand der Technik, sind die Umformwalzen U1 senkrecht zur Vorschubrichtung angeordnet, wobei die Vorschubrichtung parallel zur Maschinenlängsachse Lx verläuft, wie in Figur 7 gezeigt. Das bedeutet für die Umformung, dass diese spiralförmig am Umfang des Werkstückes Ws verläuft, wie durch die Schraffur in Figur 7 angedeutet. Der Steigungswinkel w_1 (vgl. Figur 2 und Figur 7) dieser Spirale errechnet sich aus Vorschub pro Umdrehung und dem Umfang des Werkstückes Ws1. Da die Umformrollen U1 in aller Regel in einem gleichmäßigen Abstand um das Werkstück Ws herum verteilt sind, verläuft der Umformanteil jeder Umformrolle U1 jeweils auf einer zur jeweiligen Umformrolle U1 zugehörigen, spiralförmigen Bahn.

[0007] Die Umformung ist im Wesentlichen eine Materialverdrängung, die entweder eine partielle Materiallängung im elastischen Bereich des Werkstoffes oder eine Auffederung des Maschinensystems nach sich zieht. Das verdrängte Material muss auf der Einlaufschräge der Umformrolle U1 unter hohem Druck axial entlang gleiten, was zu einer punktuellen Erwärmung dieses Bereiches führt. Dies bedeutet für den Umformprozess einen Anstieg der Umformkraft, die sich aus Drehmoment, axialer Vorschubkraft und radialer Anpresskraft an der Umformrolle U1 ergibt. Ferner hat diese Umformsituation zusätzlich eine erhöhte Reibung zwischen Werkstück Ws und Werkzeugdorn Do zur Folge, die wiederum einen Verschleiß an der Oberfläche des Werkzeugdornes Do nach sich zieht.

[0008] Erfindungsgemäß werden - wie in Figuren 8 und 9 angedeutet - die Umformrollen U1 während des Drückwalzvorganges so eingesetzt, dass sie nur den Reaktionskräften und den Umformkräften aus walzender Umformung ausgesetzt sind.

[0009] Die Vorform Ws, bevorzugt ein zylindrisches Rohr, wird auf den Dorn Do des Hauptspindelkastens Hs und den Druckkopf Dk des Reitstocks Rs aufgespannt, Figur 5. Hauptspindelkasten Hs und Reitstock Rs weisen jeweils eine Spindel auf, welche jeweils zentrisch mit dem jeweiligen Dorn Do und Druckkopf Dk verbunden sind und die für eine Zentrierung der Vorform Ws sorgen. Dorn Do und Druckkopf Dk sind jeweils parallel zur Maschi-

nenachse Lx bzw. zur Längsachse der Vorform Ws verfahrbar.

[0010] Die Umformeinheiten, bestehend aus Umformrolle U1 und radialer Vorschubeinheit, sind sternförmig zur Längsachse der eingespannten Vorform Ws angeordnet. Die Drehachse L1 der Umformrolle U1 ist schwenkbar gelagert und lässt sich relativ zur Maschinenlängsachse Lx kippen. Bei dem erfindungsgemäßen Umformvorgang wird die Umformrolle U1 mit der radialen Vorschubeinheit senkrecht zur Maschinenlängsachse Lx angeordnet, um einen Winkel gedreht, der nicht nur die oben beschriebene Steigung der spiralförmigen Bahn kompensiert (Winkel w_1), sondern auch sicherstellt, dass, auch bei maximalem axialen Vorschub der Umformrollen U1 zum Werkstück Ws, die Umformrolle U1 einen Freiwinkel w_2 (vgl. Figur 2 und Figur 8) aufweist. Dadurch wird sichergestellt, dass während der Umformung die Umformrolle U1 lediglich radiale Kräfte aus dem Walzvorgang und dem Einlaufwinkel aufnehmen muss. Das Anstellen der Drehachse L1 jeder Umformrolle U1 erfolgt dabei so, dass die durch die Drehachse L1 und die Maschinenlängsachse definierten Geraden zueinander windschief verlaufen, wobei der geringste Abstand durch die Summe der Radien des Werkstücks Ws und der Umformrolle U1 gegeben ist. Die Drehrichtung, in welcher die Anstellung der Drehachse L1 erfolgt, ist dabei abhängig von der Drehrichtung P1 des in Richtung P2 vorgeschobenen Werkstücks Ws beim Umformen.

[0011] Mit dem Freiwinkel w_2 ist gewährleistet, dass während die Umformrolle U1 walzend den Werkstückdurchmesser d reduziert, gleichzeitig keine Materialanteile aus axialer Richtung unter die Einlaufschräge der Umformrolle U1 gepresst werden.

[0012] Damit wird auch verhindert, dass Materialanteile senkrecht zur Walzrichtung der Umformrolle U1 auf die Einlaufschräge treffen und mit zunehmender Länge der Kontaktfläche nicht mehr voll von der Walzwirkung der Umformrolle U1 erfasst werden, so dass im Bereich der axialen Ebene des maximalen Durchmessers der Umformrolle U1 deren Walzwirkung gegen Null geht.

[0013] Durch Vorsehen des Freiwinkels w_2 entfällt die Materialverdrängung, die entweder eine partielle Materiallängung im elastischen Bereich des Werkstoffes oder eine Auffederung des Maschinensystems nach sich zieht.

[0014] Des weiteren wird mit dem Freiwinkel w_2 vermieden, dass das verdrängte Material auf der Einlaufschräge unter hohem Druck axial entlang gleiten muss, was zu einer punktuellen Erwärmung dieses Bereiches führt, da diese Art der Materialverdrängung nicht mehr stattfindet.

[0015] Dies bedeutet für den Umformprozess eine Verringerung der Umformkraft, die sich aus Drehmoment, axialer Vorschubkraft und radialer Anpresskraft an der Umformrolle U1 ergibt. Ferner entsteht in dieser Umformsituation keine zusätzlich erhöhte Reibung zwischen Werkstück Ws und Werkzeugdorn Do. Damit wird auch

ein Verschleiß an der Oberfläche des Werkzeugdornes Do vermieden.

[0016] Aus der Reduzierung von Vorschubkraft, Antriebsleistung und der Verminderung der Reibung am Werkzeugdorn Do ergibt sich erfindungsgemäß insgesamt eine geringere Wärmeentwicklung am Werkstück Ws während der Umformung. Diese geringere Wärmeentwicklung führt dazu, dass mit höheren Vorschubwerten gefahren werden kann und so eine Reduzierung der Umformzeiten des Werkstückes Ws möglich wird.

[0017] Die nicht vorhandene axiale und radiale Verdrängung des Materials führt auch zu einer Reduzierung der Herstellungstoleranzen und einer höheren Qualität der geformten Werkstücke Ws1. Da die Reaktionskräfte aus der axialen Materialverdrängung entfallen, entfällt auch die anteilige Auffederung der Maschine aus diesem Bereich.

[0018] Bei einer Variante der Erfindung ist, wie in Figur 10 gezeigt, vorgesehen, mindestens eine der Umformrollen U1.1 gegenüber den übrigen Umformrollen/Drückwalzen U1 in axialer Richtung, d.h. in Richtung Lx der Maschinenachse versetzt anzuordnen. Bevorzugt beträgt dieser Versatz ein Vielfaches e_2 ($= n \times e_1$, n ganze Zahl) des axialen Vorschubes e_1 je Umformrolle U1 und Werkstückdrehung. Durch dieses Vorziehen/Versetzen wird die Umformrolle nach dem Eindringen in den Werkstoff über den Steigungswinkel w_1 und den Auslaufwinkel w_4 der Umformrolle U1 durch das Drehmoment des Werkstückes Ws in den umzuformenden Querschnitt Q1 des Werkstückes Ws "hineingezogen", so dass die Vorschubkraft auf die restlichen Umformrollen reduziert wird. Der verbleibende Restquerschnitt Q2 wird von den übrigen Umformrollen umgeformt.

35 Bezugszeichenliste

[0019]

B1	Durchmesser der Vorform
Hs	Hauptspindelkasten
Rs	Reitstock
Dk	Druckkopf
U1	Umformrolle
U1.1	vorgezogene Umformrolle
Ws	Werkstück
Wsl	teilweise umgeformtes Werkstück
Lx	Maschinenlängsachse MA
U	Durchmesser der Umformrolle

a1	Länge der Kontaktfläche		dass eine Mehrzahl Drückwalzen (U1) vorgesehen ist, deren Drehachsen (L1) normal zur ersten Ebene liegen.
e1	Vorschubweg der Umformrolle im Bereich der Kontaktfläche		
e2	Vielfaches des Vorschubes je Umformrolle und Drehung des Werkstückes	5	4. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet , dass der Neigungswinkel in Abhängigkeit der Relativgeschwindigkeit (v) zwischen Drückwalze (U1) und Werkstück (Ws) bestimmt wird.
d	geformter Durchmesser am Werkstück	10	
s1	Bogenmaß zwischen den Umformrollen bei mehr als einer Umformrolle		5. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet , dass der Neigungswinkel in Abhängigkeit des Durchmessers (B1; d) des Werkstücks (Ws) bestimmt wird.
w1	Steigungswinkel	15	
w2	Freiwinkel		6. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet , dass der Neigungswinkel in Abhängigkeit des Durchmessers (U) der Drückwalze (U1) bestimmt wird.
w3	Einlaufwinkel der Umformrolle		
w4	Auslaufwinkel der Umformrolle	20	
v	Vorschubgeschwindigkeit		7. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet , dass der Neigungswinkel in Abhängigkeit der für den Umformvorgang vorgesehenen Werkstückdrehzahl bestimmt wird.
t	Zeit in dem die Umformrolle dem axialen Vorschub senkrecht ausgesetzt ist beim Durchlaufen der Länge der Kontaktfläche	25	
P1	Drehrichtung des Werkstücks		8. Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, dadurch gekennzeichnet , dass die Drehachse (L1) einer Umformrolle (U1) gegenüber der Maschinenlängsachse (Lx) so ange stellt wird, dass der geringste Abstand zwischen den durch die Drehachse (L1) und die Maschinenlängsachse (Lx) gleich der Summe der Radien der Umformrolle (U1) und des Werkstücks (Ws) ist.
P2	Vorschubrichtung	30	

Patentansprüche

- Verfahren zum Umformen eines Werkstücks, bei welchem das Werkstück (Ws) parallel zu einer Maschinenlängsachse (Lx) aufgespannt und das Werkstück (Ws) durch radiales Andrücken von wenigstens einer Drückwalze (U1) und relatives Bewegen von Drückwalze (U1) und Werkstück (Ws) umgeformt wird, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Drehachse (L1) der wenigstens einen Drückwalze (U1) gegenüber der Richtung der Maschinenlängsachse (Lx) um einen vorgegebenen Winkel geneigt ist. 35
- Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die wenigstens eine Drehachse (L1) der wenigstens einen Drückwalze (U1) so angeordnet ist, dass eine erste Ebene, welche normal zur Drehachse (L1) liegt, und eine zweite Ebene, welche normal zur Maschinenlängsachse (Lx) liegt, einen vorgegebenen Winkel zueinander bilden. 40
- Verfahren nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet**, 45
- Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** die Richtung der Neigung jeder Drehachse (L1) abhängig von der Drehrichtung des Werkstücks (Ws) beim Umformvorgang gewählt wird. 50
- Verfahren nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, **dass** mindestens eine Umformrolle, bevorzugt um ein Vielfaches des Vorschubes je Umformrolle und Werkstückumdrehung, gegenüber den restlichen Umformrollen in Richtung der Maschinenlängsachse (Lx) vorgezogen ist. 55
- Vorrichtung zum Umformen eines Werkstücks (Ws), insbesondere zur Durchführung des Verfahrens nach einem der vorherigen Ansprüche, mit einem Dorn (Do) zum Aufspannen eines Werkstücks (Ws) und Drückwalzen (U1) zum radialen Andrücken an das Werkstück (Ws) und Umformen desselben, wobei Dorn (Do) und Drückwalzen (U1) relativ zueinander angeordnet sind. 60

ander in einer Richtung parallel zur Maschinenlängsachse (Lx) der Vorrichtung bewegbar ausgebildet sind,

dadurch gekennzeichnet,

dass die Drückwalzen (U1) so gelagert sind, dass ihre Drehachsen (L1) relativ zur Maschinenlängsachse (Lx) der Vorrichtung in einem vorgegebenen Winkel anstellbar sind. 5

12. Vorrichtung nach Anspruch 11, 10

dadurch gekennzeichnet,

dass wenigstens eine der Drückwalzen (U1.1) relativ zu den übrigen Drückwalzen (U1) in Richtung der Maschinenlängsachse (Lx) verschieblich ausgebildet ist. 15

20

25

30

35

40

45

50

55

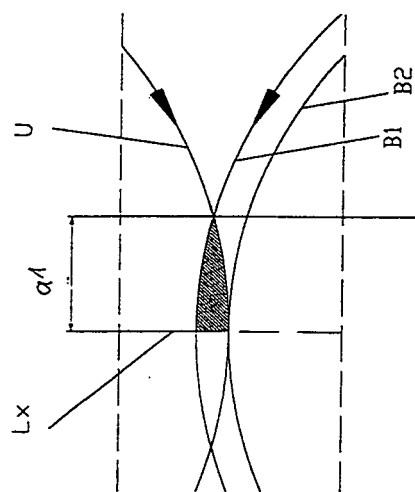


Fig. 1

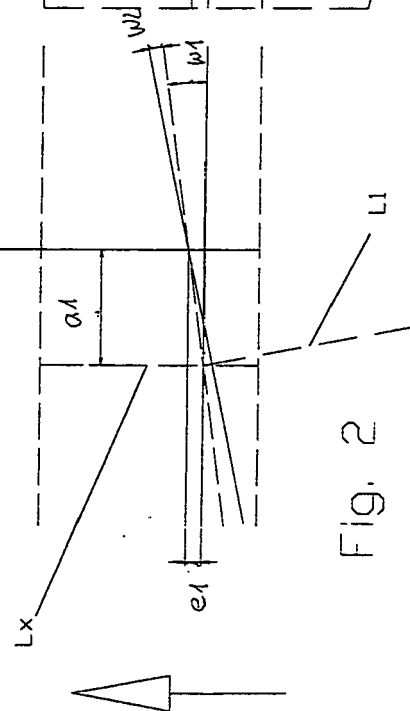
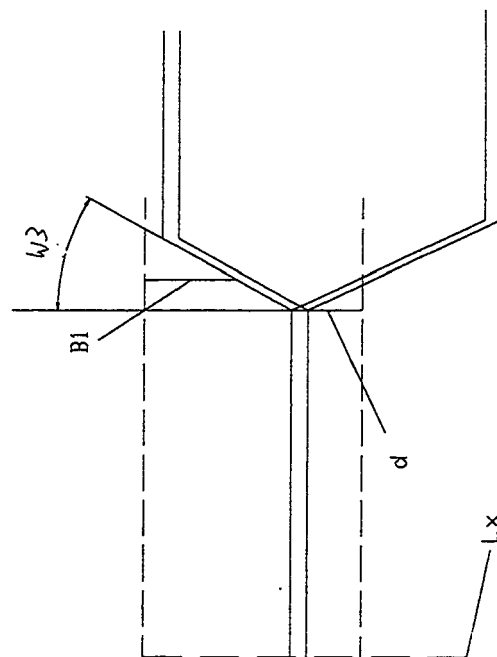


Fig. 2

Fig. 3



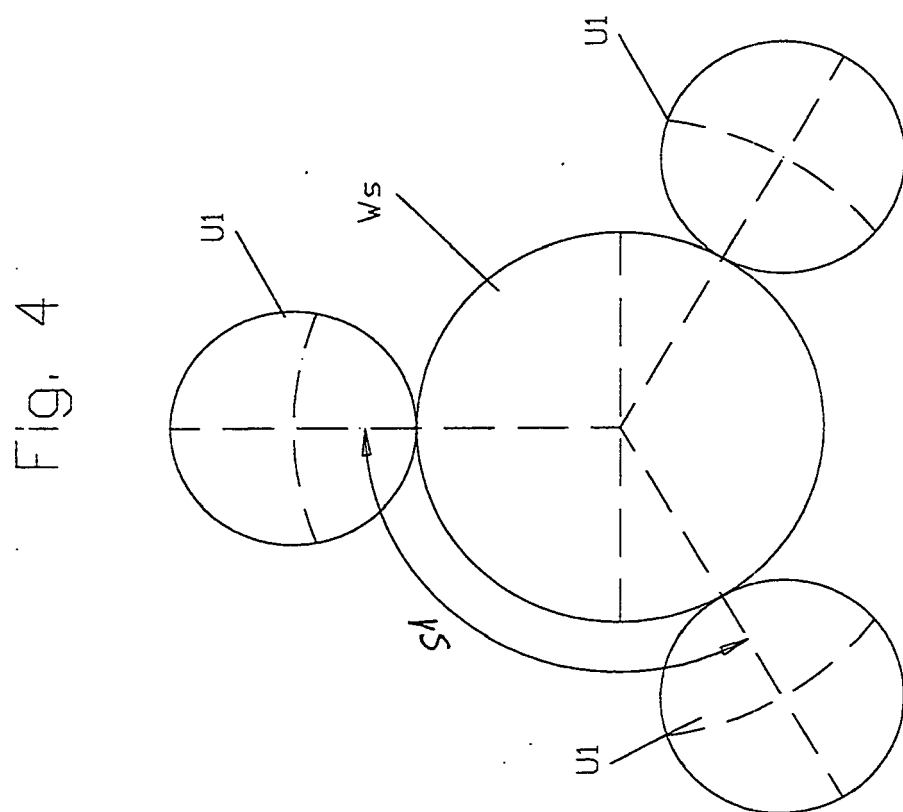


Fig. 5

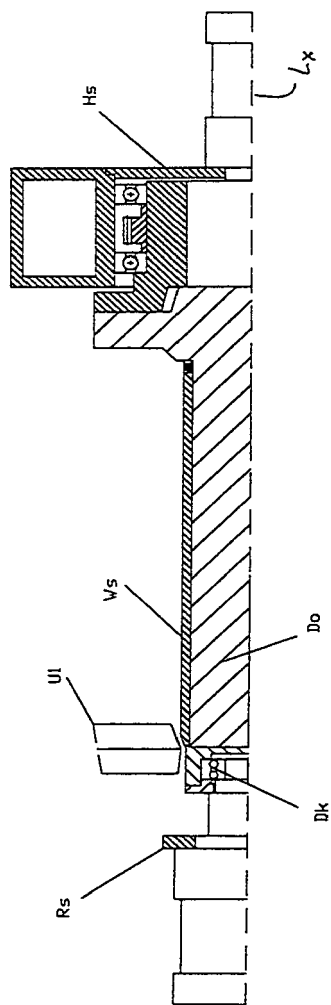


Fig. 6

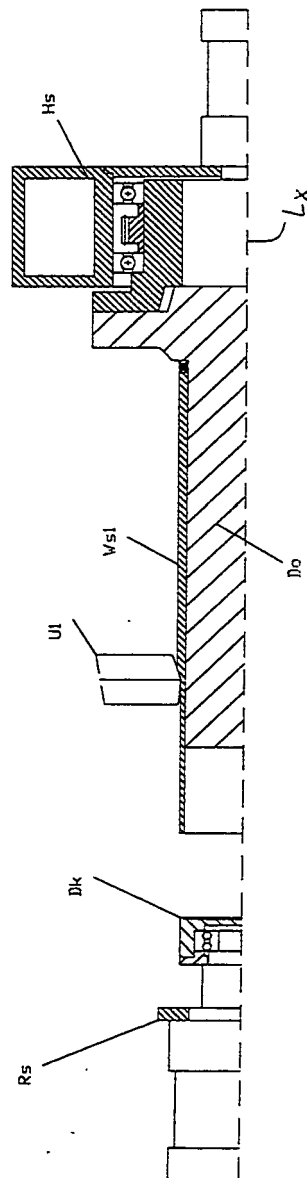


Fig. 7

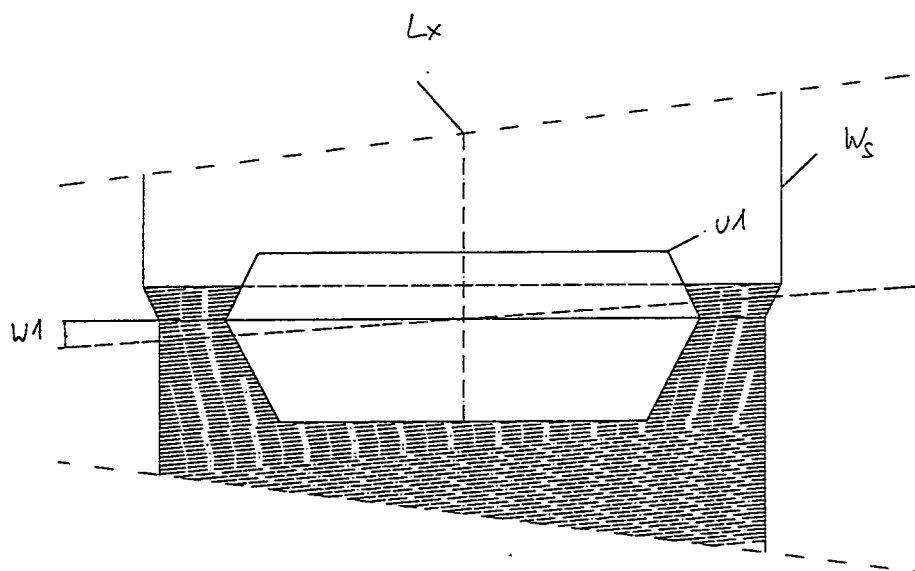
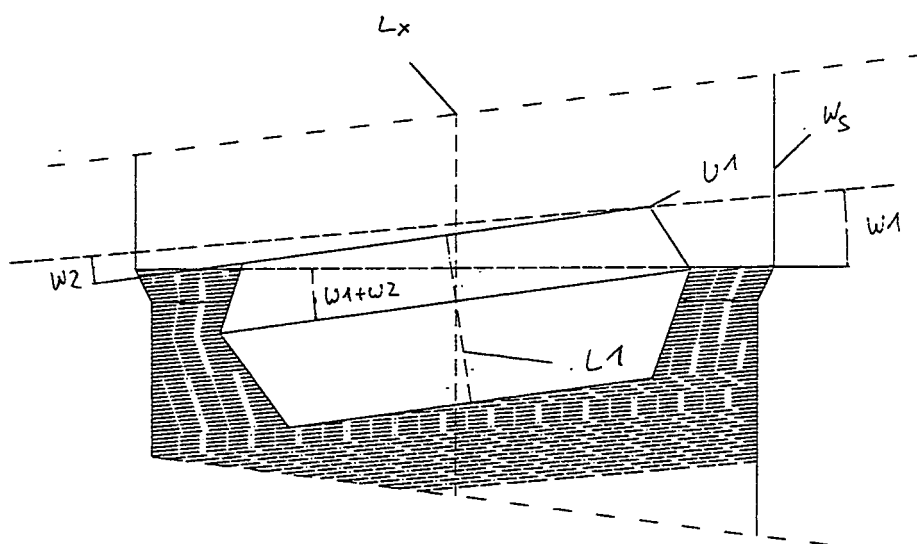


Fig.8



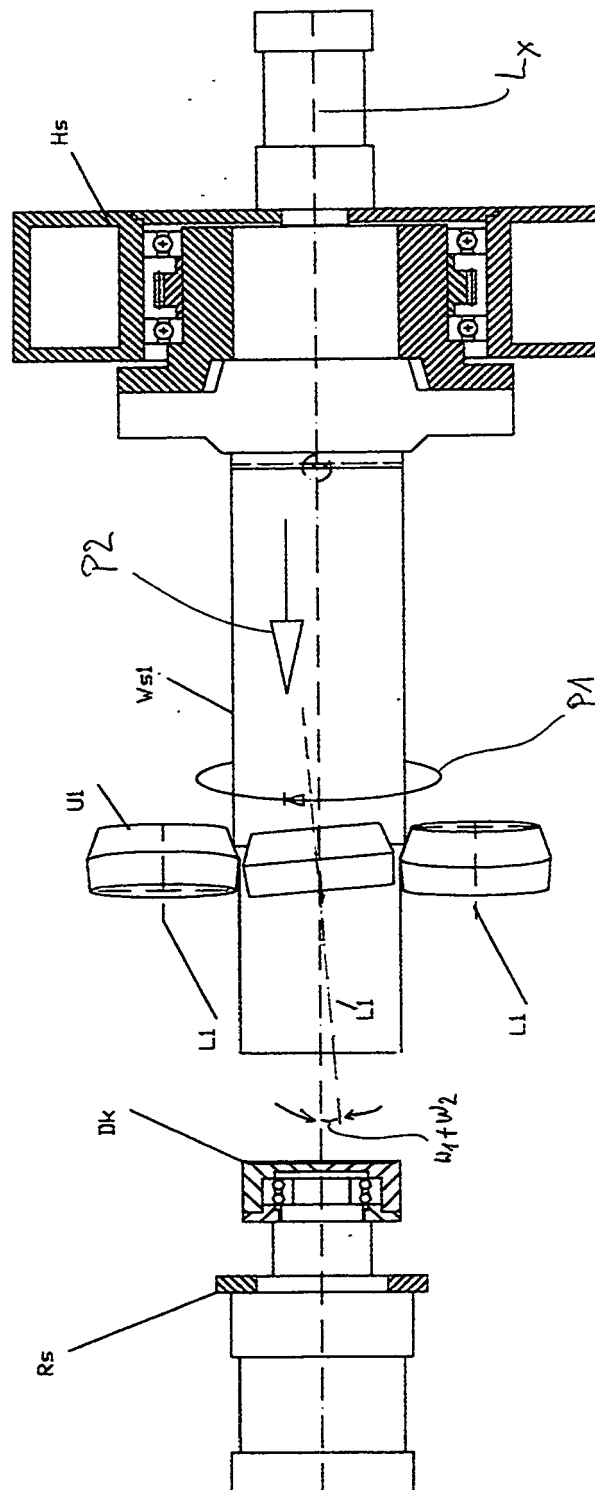


Fig. 9

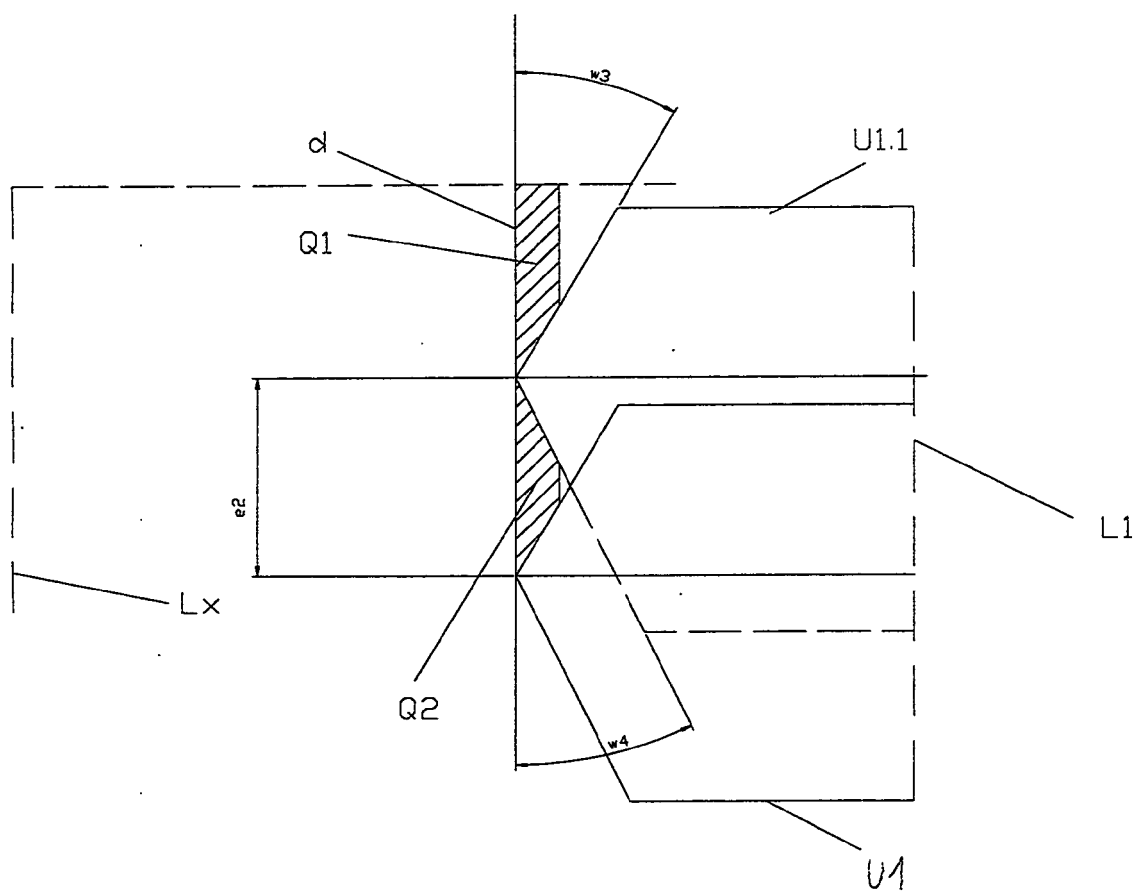


FIG. 10



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 10 00 1004

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	WO 99/67042 A1 (GEN ELECTRIC [US]; INST METALS SUPERPLASTICITY PR [RU]; UTYASHEV FARID) 29. Dezember 1999 (1999-12-29)	1,2,4-7, 9,11,12	INV. B21D22/16
Y	* Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,5 *	3,8,10	
X	EP 1 842 603 A1 (SANGO CO LTD [JP]) 10. Oktober 2007 (2007-10-10)	1-7,9-12	
A	* Zusammenfassung; Abbildungen 1,4,5 *	8	
X	FR 1 118 345 A (LODGE AND SHIPLEY COMPANY) 4. Juni 1956 (1956-06-04)	1,2,4-7, 9,11,12	
A	* Abbildungen 1-4 *	3,8,10	
X	GB 1 581 386 A (COIL PROTECTION SERVICE) 10. Dezember 1980 (1980-12-10)	1,2,4-7, 9-12	
A	* Ansprüche 1-4,6; Abbildungen 1-3 *	3,8	
X	JP 2003 220422 A (NAT INST OF ADV IND & TECHNOL) 5. August 2003 (2003-08-05)	1,2,4-7, 9,11,12	
A	* Zusammenfassung; Abbildungen 1-4 *	3,8,10	
X	EP 1 136 150 A2 (NISSAN MOTOR [JP]) 26. September 2001 (2001-09-26)	1,2,6,7, 9,11,12	RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC) B21D
A	* Zusammenfassung; Abbildungen 1-9 *	3-5,8,10	
Y	RU 2 356 675 C1 (FEDERAL NOE GUP GNPP SPLAV [RU]) 27. Mai 2009 (2009-05-27)	3,8-10	
Y	JP 57 112916 A (MITSUBISHI METAL CORP) 14. Juli 1982 (1982-07-14)	3,8-10	
A	* Zusammenfassung; Abbildungen 1,2,4 *	1,2,4-7, 11,12	
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 28. Juni 2010	Prüfer Cano Palmero, A
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	

 2
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 10 00 1004

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.

28-06-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
WO 9967042 A1	29-12-1999	CN 1313798 A	19-09-2001
		CZ 20004861 A3	13-02-2002
		EP 1089838 A1	11-04-2001
		JP 2002518186 T	25-06-2002
		RU 2153946 C2	10-08-2000
EP 1842603 A1	10-10-2007	BR PI0519475 A2	03-02-2009
		CN 101090779 A	19-12-2007
		JP 2006181592 A	13-07-2006
		WO 2006070584 A1	06-07-2006
		US 2008127699 A1	05-06-2008
FR 1118345 A	04-06-1956	KEINE	
GB 1581386 A	10-12-1980	KEINE	
JP 2003220422 A	05-08-2003	JP 3728502 B2	21-12-2005
EP 1136150 A2	26-09-2001	DE 60104582 D1	09-09-2004
		DE 60104582 T2	11-08-2005
		JP 3812329 B2	23-08-2006
		JP 2001334335 A	04-12-2001
		US 2001039864 A1	15-11-2001
RU 2356675 C1	27-05-2009	KEINE	
JP 57112916 A	14-07-1982	JP 1312552 C	11-04-1986
		JP 60036326 B	20-08-1985

EPO FORM P0461

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