

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 1 203 622 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

08.05.2002 Patentblatt 2002/19(51) Int Cl.7: **B21B 21/00**(21) Anmeldenummer: **01122065.4**(22) Anmeldetag: **14.09.2001**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL LT LV MK RO SI(30) Priorität: **02.11.2000 DE 10054268**(71) Anmelder: **SMS Demag AG****40237 Düsseldorf (DE)**

(72) Erfinder:

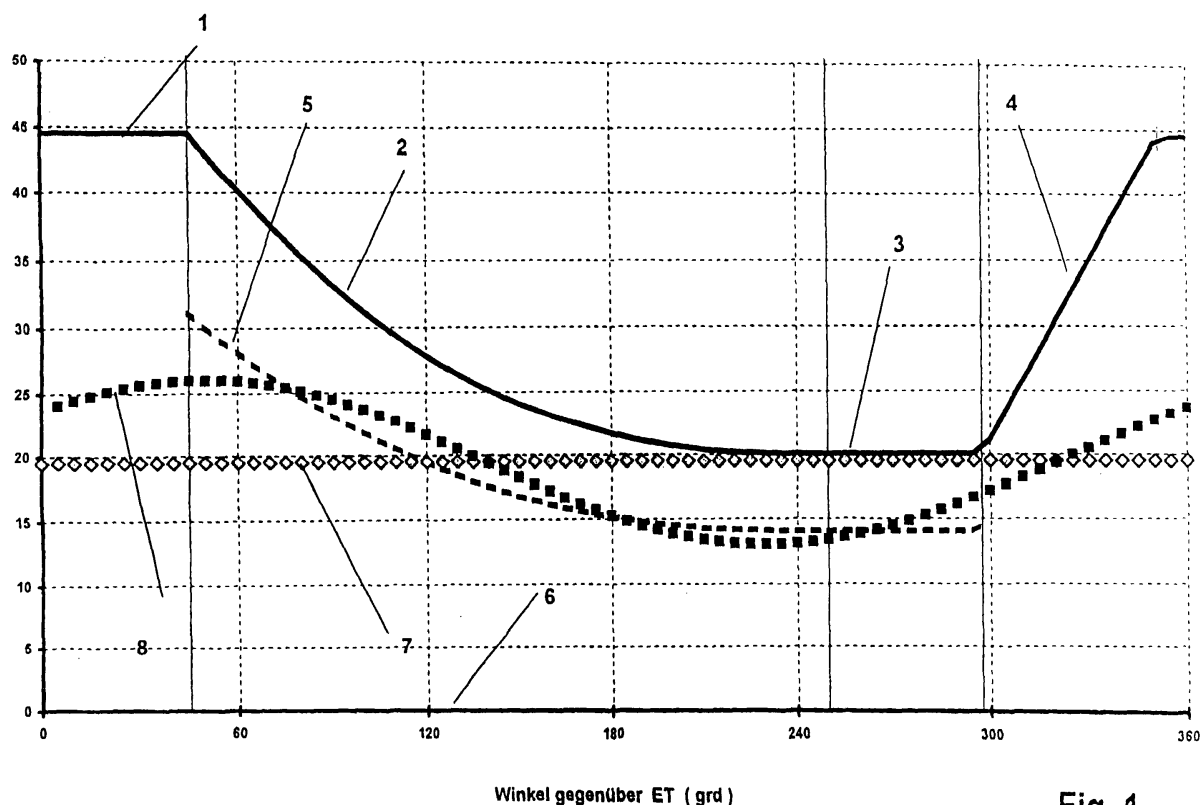
- **Baensch, Michael, Dr.**
41069 Mönchengladbach (DE)

- **Stinnertz, Horst**
47877 Willich (DE)

(74) Vertreter: **Valentin, Ekkehard, Dipl.-Ing.**
Patentanwälte Hemmerich, Valentin, Gihcke,
Grosse,
Hammerstrasse 2
57072 Siegen (DE)
(54) **Drehantrieb von reziprok abwälzbaren Walzenkalibern eines Kaltpilgerwalzwerkes**

(57) Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Anpassung der Abwälzkurve der Antriebsritzel von Ringwalzen an die neutrale Zone im sich verjüngenden Kaliber

der Ringwalzen eines Kaltpilgerwalzwerkes, indem hierfür kreisrunde Ritzel verwendet und diese auf der Walzenachse exzentrisch angeordnet und befestigt werden.

**Fig. 1****EP 1 203 622 A2**

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Anpassung der Abwälzkurve der Antriebsritzeln von Ringwalzen an die neutrale Zone im sich verjüngenden Kaliber der Ringwalzen eines Kaltpilgerwalzwerkes.

[0002] Kaltpilgerwalzwerke sind geeignet, stranggepreßte, warmgewalzte oder stranggegossene, dickwandige Metallluppen, insbesondere Kupferluppen, in einem Arbeitsgang mit vergleichsweise großer Streckung auf lange, dünnwandige sowie ziehfähige Rohre mit geringer Exzentrizität zu reduzieren.

[0003] Das zur Anwendung gelangende Kaltpilgerverfahren ist ein umformendes Walzverfahren für Metallrohre, bei dem in einer größeren Anzahl von Umformschritten Durchmesser und Wanddicke reduziert werden.

[0004] Dabei befindet sich ein ortsfester, sich in Walzrichtung verjüngender Walzdorn beim Walzen im Rohrrinnen. Der Walzdorn ist an einer langen Dornstange befestigt, die von einem Dornwiderlager geklemmt und gehalten wird.

[0005] Ein Walzenpaar überwalzt im Hin- und Hergang das auf dem Dorn befindliche rohrförmige Walzgut und streckt es, ähnlich einer Teigrolle beim Auswalzen und Strecken von Teig.

[0006] Das Walzenpaar ist in einem reziprozierend hin- und herbewegbaren Walzgerüst gelagert und wird von mit ihm verbundenen Ritzeln, die mit zwei feststehenden Zahnstangen kämmen, bei der Gerüstbewegung angetrieben. Dabei rollen die Walzenkaliber synchron mit dem oszillierenden Walzgerüst hin und her.

[0007] Das Walzgerüst selbst wird wie ein Motorkolben durch einen Kurbeltrieb hin und her bewegt. Die Walzenkaliber sind annähernd kreisförmig und verkleinern sich bei der üblichen Ausführung nach dem Stand der Technik über den Walzenumfang. Der sich verkleinernde bzw. verjüngende Querschnitt zwischen Walzen und Walzdorn reduziert simultan Durchmesser und Wanddicke des Walzgutes.

[0008] Im Bereich von mindestens einem der beiden Totpunkte geben die Walzen die Luppe kurz frei, wobei diese vorgeschoben und/oder zugleich gedreht wird, beispielsweise um ca. jeweils 60°. Bei diesem Verfahren wird sowohl der Vor- als auch der Rückhub für die Umformung genutzt. Vorschub und Drehwinkel in beiden Totpunkten hängen vom Rohrwerkstoff und von Qualitätsanforderungen ab. Die Formänderungsfestigkeiten gewalzter Rohre reichen von 400 N/mm² bis über 1.500 N/mm² bei Sonderlegierungen.

[0009] Eine prinzipielle Darstellung des vorstehend geschilderten Rohrwalzverfahrens ist der rein schematischen Darstellung in den Figuren 2a bis 2d zu entnehmen. Figur 2a zeigt eine Reduktion beim Vorhub. Figur 2b zeigt im Schnitt A-B einen Austrittsquerschnitt. Figur 2c zeigt eine Reduktion beim Rückhub und Figur 2d zeigt im Schnitt A-B einen Austrittsquerschnitt.

[0010] Die Kombination eines Kaltpilgerwalzwerkes mit in-line-Haspeleinrichtung ermöglicht die Herstellung gecointer Rohre von z.B. 250 m Länge. Dabei wird das mit schrittweisem Vorschub sich hin- und herdrehende, aus dem Kaltpilgerwalzwerk austretende Rohr beim Walzprozeß zu einem Coil gebogen und direkt in einen für den anschließenden Ziehprozeß erforderlichen Korb abgelegt.

[0011] Der vorbeschriebene Umformprozeß nach dem Kaltpilgerverfahren ist trotz relativ geringer Produktionsgeschwindigkeit für zahlreiche Anwendungsbereiche von erheblichem Vorteil:

- er ergibt fallweise relativ große Querschnittsreduktionen von Durchmesser und Wanddicke, und eine
- erhebliche Verminderung der Exzentrizität infolge ausgleichenden Fließens in Umfangsrichtung, sowie eine
- Optimierung des Werkstoffgefüges infolge mechanischer Vergütung, bei
- Herstellung großer Rohrlängen.

[0012] Das Kaltpilgerverfahren zur Herstellung von Rohren ergibt eine verbesserte Rundheit, gleichmäßige Spannungshomogenität und Rauigkeit der Oberfläche, bei

- Erzielung enger Toleranzen für Durchmesser und Wanddicke beim Walzgut,
- kein prozeßbedingter Materialverlust,
- Anwendbarkeit auch für schwer umformbare Werkstoffe, mit
- hoher Wirtschaftlichkeit durch Einsatz großer Luppengewichte und -längen, sowie
- Herstellung unterschiedlicher Fertigproduktabmessungen aus einer Luppenabmessung.

[0013] Gleichwohl ergeben sich beim Stand der Technik infolge der geometrischen Verhältnisse über der Hublänge eines Pilgerschritt-Walzwerks Nachteile daraus, dass bei unverändertem Radius der Triebräder der Abwälzradius der Kaliber sich beim Walzenumfang in weitem Bereich ändert. Dabei rutschen diese zwangsläufig auf dem zu walzenden Rohr, wodurch dessen Güte verschlechtert wird. Die dabei weiter nachteilig entstehende, auf das Walzgut einwirkende Axialdruckkraft verursacht eine Reihe von Problemen. So wird es schwierig oder gar unmöglich, dünnwandige Rohlinge mit üblichen Vorschüben zu walzen, da sich die Stirnseiten der Rohlinge beim Walzen ineinander verkeilen, wodurch die Walzwerksleistung entsprechend gesenkt wird. Zudem wird das Walzwerk in allen seinen Funktionselementen hoch beansprucht und belastet sowie einem forcierten Verschleiß unterworfen. Insbesondere sind Walzen-

und Dornbrüche zu besorgen sowie andere teure Schäden am Walzwerk.

[0014] Ein weiterer Nachteil des Standes der Technik liegt darin, dass der Rückhub des Walzgerüsts nur begrenzt für die Umformarbeit genutzt werden kann, da die höchsten Rückwalzkräfte meist auf dem Rückhub auftreten. Dies führt dazu, dass ein prinzipiell sinnvoller, zusätzlicher Vorschub der Rohlinge im Auslauftotpunktbereich nicht voll genutzt werden kann und dass somit die mögliche Produktionsleistung eingeschränkt ist.

[0015] Weiterhin ist durch den Stand der Technik auch die umformtechnisch mögliche Durchmesserreduktion eingeschränkt. Es ist einsehbar, dass mit steigender Durchmesserreduktion auch die Problematik durch den örtlich nicht angepassten Ritzelteilkreis zunimmt. Auch dies beeinträchtigt die Wirtschaftlichkeit des Kaltpilgerverfahrens."

[0016] Zur Abhilfe sind beim Stand der Technik u.a. bekannt: eine Zuordnung des Teilkreises von runden, zentrisch angeordneten Ritzeln und des Walzendurchmessers an die aktuelle Walzabmessung. Damit lässt sich jedoch nur eine unbefriedigende Verbesserung des Walzprozesses erreichen.

[0017] Das Dokument DE-OS 17 52 996 schlägt dagegen die Verwendung von spiralförmigen Ritzeln vor, die mit einer geneigten, geraden Zahnstange kämmen. Die bekannte Lösung hat den wesentlichen Nachteil, dass damit nutzbare Kaliberlänge verloren geht, und die Walzleistung reduziert wird. Weiterhin ist diese Lösung an die gerade Form der Zahnstange gebunden. Da die Kaliberabwicklung jedoch einer Parabel höherer Ordnung folgt, ist auch hier die Annäherung an die Sollkurve nur sehr begrenzt möglich.

[0018] Ausgehend vom vorgenannten Stand der Technik liegt der Erfindung die Aufgabe zugrunde, ein Verfahren zum Antrieb des Walzenpaares eines Kaltpilgerwalzwerkes anzugeben, welches eine wesentlich verbesserte Anpassung der Abwälzkurve des Ritzels an die neutrale Zone im sich verjüngenden Kaliber der Ringwalzen verwirklicht.

[0019] Zur Lösung der Aufgabe wird mit der Erfindung vorgeschlagen, dass zur Anpassung der Abwälzkurve der Antriebsritzel von Ringwalzen an die neutrale Zone im sich verjüngenden Kaliber der Ringwalzen kreisrunde Ritzel verwendet und diese auf der Walzenachse exzentrisch angeordnet und befestigt werden. Mit der Erfindung werden folgende Ziele erreicht:

- Verminderung der Druckbelastung an den Vorschubschlitten,
- Vermeidung eines unkontrollierten Vorschubs durch Relativbewegungen zwischen Walzenprofil und Walzgut,
- Verschleißminderung im Walzenprofil,
- Reduktion des Energieverbrauchs durch verminderte Reibleistung,
- Anpassung der Abwälzkurve des Ritzels an die neutrale Zone im sich verjüngenden Kaliber der Ringwalzen,
- Vermeidung der noch bestehenden Nachteile vorbekannter Lösungen.

[0020] Eine Ausgestaltung der Erfindung besteht darin, dass zum Antrieb der Ritzel - und damit der Ringwalzen - entsprechend sinusförmige Zahnstangen verwendet werden.

[0021] Diese erfindungsgemäße Lösung vermindert bzw. vermeidet die Nachteile der unbefriedigenden Verfahren und Vorrichtungen vom Stande der Technik wie z.B. das Rutschen des Walzenpaares auf dem Walzgut mit den vorstehend geschilderten Nachteilen für das Walzprodukt und das Walzwerk, bzw. die reduzierte Produktionsleistung.

[0022] Eine weitere Ausgestaltung des erfindungsgemäßen Verfahrens sieht vor, dass bei der Verwendung von kreisrunden exzentrischen Ritzeln, die mit entsprechend sinusförmigen Zahnstangen kämmen, die folgenden vier Parameter an die aktuelle Walzabmessung anpaßbar sind:

- Walzendurchmesser
- Ritzelteilkreis
- Exzentrizität
- Winkellage der Exzentrizität zum Einlauftotpunkt des Walzgerüsts.

[0023] Weitere Einzelheiten und Merkmale der Erfindung ergeben sich aus den Ansprüchen und der nachfolgenden Beschreibung eines in den Zeichnungen dargestellten Ausführungsbeispiels der Erfindung. Es zeigen:

Figur 1 im Diagramm die geometrischen Verhältnisse über der Hublänge eines Kaltpilgerwalzwerkes
 Figur 2 a bis 2 d ein Walzverfahren nach der Erfindung mit den Arbeitsschritten:
 Figur 2a eine Reduktion beim Vorhub mit exzentrisch angeordneten Ritzeln
 Figur 2b im Schnitt A-B einen Austrittsquerschnitt
 Figur 2c eine Reduktion beim Rückhub
 Figur 2d im Schnitt A-B einen Austrittsquerschnitt

[0024] Ein als solcher hinlänglich bekannter Kaltpilgerprozess wird in den Figuren 2a bis 2d dargestellt. Er dient zur Fertigung bzw. Umformung eines Rohres 12 mittels eines Kaltpilgerwalzenpaares 10, 10', das in einem nicht gezeigten Walzgerüst gelagert ist. Das zu bearbeitende Rohr 12 ist auf einem Walzdorn 13 geführt. Das Walzgerüst vollzieht

während des Walzprozesses eine oszillierende Bewegung, wobei Hubfrequenzen bis zu 300 pro Minute und mehr möglich sind. Das Rohr 12 wird dabei von Walzkalibern 11, 11' in seine fertige Form bzw. Endkontur gebracht; die Walzkaliber 11, 11' sind über den gesamten Außenumfang in die einander gegenüberliegenden Walzen 10 bzw. 10' eingeschnitten und schließen im Walzspalt (vgl. die Figuren 2b und 2d) das Rohr 12 umfangsgeschlossen ein. Die Walzkaliber 11 bzw. 11' besitzen hierbei entsprechend ihrer Kalibrierung eine unterschiedliche Breite und/oder Tiefe - in der Abwicklung über den Walzenumfang gesehen - , was mit den schraffierten Walzkaliberkonturen 11 und 11' in den Figuren 2a bzw. 2c angedeutet ist.

[0025] Das Rohr 12 wird während des Walzens in Förderrichtung R bewegt. Während des Vorhubs, der in Figur 2a schematisch skizziert ist, rollt das komplementäre Kaltpilgerwalzenpaar 10 und 10' in Förderrichtung R auf dem Rohr 12 ab, das im Walzspalt von den Walzkalibern 11 und 11' umschlossen ist. Während des Rückhubs, der in Figur 2c schematisch skizziert ist, erfolgt das Abrollen des Walzenpaares 10 und 10' auf dem Rohr 12 entgegen der Förderrichtung R (vgl. in den Figuren die Pfeile für Drehrichtung 14 und Translationsrichtung 15).

[0026] In der Figur 1 sind schematisch die geometrischen Verhältnisse über der Hublänge eines Kaltpilgerwalzwerkes in Form von Diagrammen dargestellt. Diesem liegen die folgenden Daten bzw. Parameter eines Ausführungsbeispiels wie folgt zugrunde:

Kupferwalzung	87 x 11 auf 40 x 2
Walzendurchmesser	375 mm
Ritzelteilkreis	336 mm
Hub des Gerüsts	1.023 mm
Reduzierkaliberlänge	600 mm
Glättkaliberlänge	140 mm
Ritzelexzentrizität	13 mm
Winkelversatz	140 Grad

[0027] Die Kaliberabwicklung als Kalibergrundkurve besteht

- aus der Zone 1, in der die Walzen das Walzgut zum Vorschieben und Drehen freigeben,
- aus der Reduktionszone 2, die einer Parabelfunktion folgt,
- aus der zylindrischen Glättzone 3,
- aus dem Übergang 4, in dem das Walzgut zusätzlich gedreht und/oder vorgeschoben werden kann.

[0028] Die Kurve 5 zeigt die neutrale Faser, in der sich die Längskräfte aus den unterschiedlichen Abwälzgeschwindigkeiten neutralisieren.

[0029] Der Walzgutanteil zwischen Kalibergrund und Neutraler Faser wird mit einer relativ geringeren Geschwindigkeit, der Anteil zwischen Walzendurchmesser 6 und Neutraler Faser 5 mit höherer Geschwindigkeit überwalzt.

[0030] Ein Ritzelteilkreis, welcher der Kurve 5 folgen könnte, würde ebenfalls die Längskräfte neutralisieren, die sich aus den sich über der Kaliberlänge verändernden Abwälzverhältnissen ergeben. Ein rundes, zentrisch angeordnetes Ritzel 7 kann sich diesen Erfordernissen nur unvollkommen nähern. Denn:

Im vorderen Kaliberbereich überwiegt der Anteil der zu großen Umfangsgeschwindigkeit, dagegen ist sie im Glättbereich der Glättzone 3 zu gering. Nur bei ca. 120° Walzenabwicklung sind die Verhältnisse vorübergehend korrekt.

[0031] Wird jedoch das Ritzel in erfindungsgemäß geeigneter Weise exzentrisch angeordnet (8), so wird eine äußerst weitgehende Annäherung an die angestrebte Kurve 5 erreicht und die Bewegungstendenzen des Walzgutes werden weitgehend neutralisiert. Der Walzenumfang ist uneingeschränkt nutzbar und der Kurvenverlauf folgt wesentlich besser der Sollkurve als dies im Stand der Technik möglich ist.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Anpassung der Abwälzkurve der Antriebsritzel von Ringwalzen an die neutrale Zone im sich verjüngenden Kaliber der Ringwalzen eines Kaltpilgerwalzwerkes, indem hierfür kreisrunde Ritzel verwendet und diese auf der Walzenachse exzentrisch angeordnet und befestigt werden.
2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** zum Antrieb der Ritzel - und damit der Ringwalzen - entsprechend sinusförmige Zahnstangen verwendet werden.

3. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 oder 2,

dadurch gekennzeichnet,

dass bei der Verwendung von kreisrunden exzentrischen Ritzeln, die mit entsprechend sinusförmigen Zahnstangen kämmen, die folgenden vier Parameter an die aktuelle Walzabmessung anpaßbar sind:

- Walzendurchmesser
- Ritzelteilkreis
- Exzentrizität
- Winkellage der Exzentrizität zum Einlauftotpunkt des Walzgerüsts.

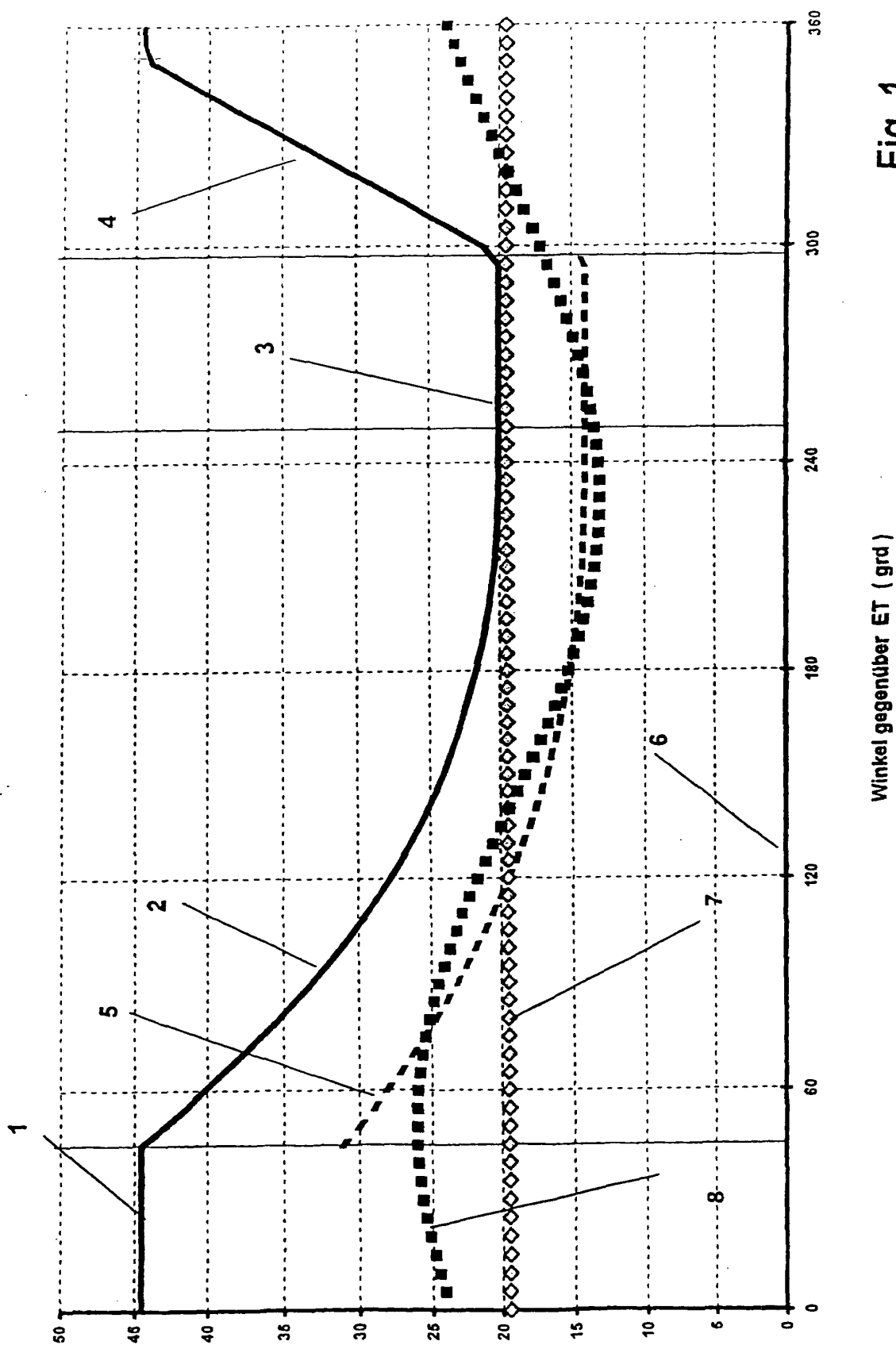


Fig. 1

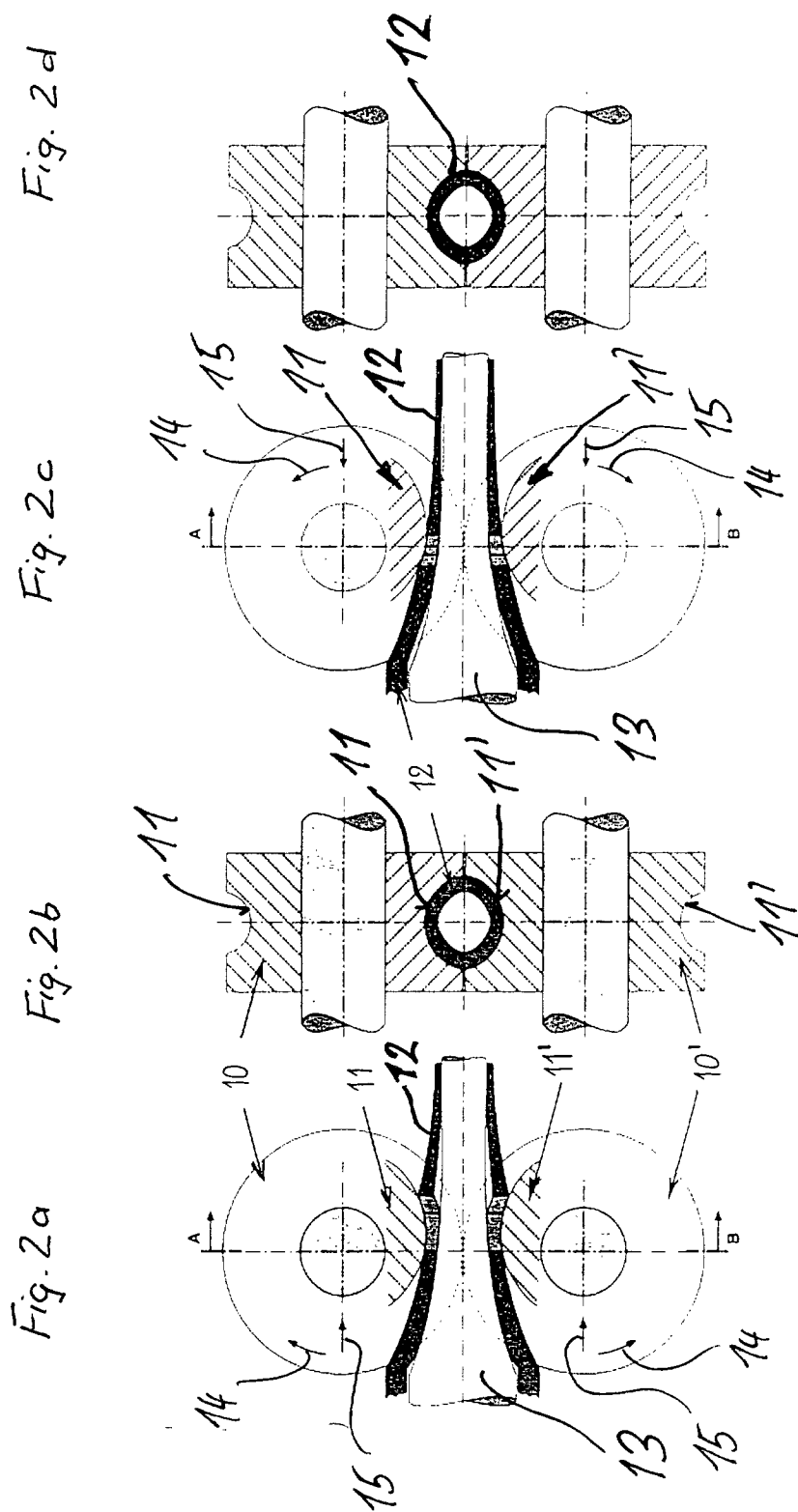


Fig 2