

(19)



(11)

EP 2 281 643 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des Hinweises auf die Patenterteilung:
18.09.2013 Patentblatt 2013/38

(51) Int Cl.:
B21D 9/07 (2006.01) B21D 9/16 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10005589.6**

(22) Anmeldetag: **28.05.2010**

(54) Anordnung zum Biegen von rohrförmigen Werkstücken

Assembly for bending tubular workpieces

Dispositif de pliage de pièces tubulaires

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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

(30) Priorität: **24.07.2009 DE 102009034589**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
09.02.2011 Patentblatt 2011/06

(73) Patentinhaber: **WAFIOS Aktiengesellschaft**
72764 Reutlingen (DE)

(72) Erfinder: **Wolf, Jürgen**
72141 Walddorfhäslach (DE)

(74) Vertreter: **Geyer, Fehners & Partner**
Patentanwälte
Perhamerstrasse 31
80687 München (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-B- 1 484 123 US-A- 3 147 792
US-A- 3 473 361 US-A- 3 705 506

EP 2 281 643 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents im Europäischen Patentblatt kann jedermann nach Maßgabe der Ausführungsordnung beim Europäischen Patentamt gegen dieses Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf eine Anordnung zum Biegen von rohrförmigen Werkstücken, bei welcher ein Werkstück einem Biegekopf zum Biegen zugeführt und beim Biegevorgang im Biegebereich mittels eines in das Werkstück eingebrachten Dornes von innen her abgestützt wird, wobei der Dorn ein Dornelement und einen Läufer umfaßt, beweglich im Werkstück sitzt und der Läufer mittels einer Vorschubeinrichtung im Werkstück längsverschieblich ist.

[0002] Es ist seit langem bekannt, das Rohrbiegen mit hochflexiblen CNC-gesteuerten Biegemaschinen vorzunehmen, wobei im Grenzbereich der Werkstoffeigenschaften unterstützende Maßnahmen eingesetzt werden, um reproduzierbare Biegeergebnisse ohne Werkstoffversagen zu erzielen. Als solche unterstützende Maßnahmen sind die Verwendung von Innendornen, Gleitschienen oder Faltenglätter zu nennen, wobei die Verwendung von Innendornen bei einer Rohrbiegemaschine speziell der inneren Abstützung des Rohres beim Biegen im Biegebereich dient. Damit soll verhindert werden, daß es beim Biegen zu unerwünschten Verformungen, Rissen, Faltenbildungen oder ähnlichem am Rohr kommen kann.

[0003] Üblicherweise besteht die Innendorneinrichtung aus einem Dornelement, das an einer Dornstange befestigt ist, die ihrerseits das Dornelement mit einem Läufer verbindet, der an eine Vorschubeinrichtung angeschlossen ist, um das Dornelement axial im Rohr zu verschieben. Dieses bekannte Verfahren funktioniert im Normalfall jedoch nur mit bereits auf entsprechende Länge abgetrennten Rohren, welche der Biegemaschine nacheinander zugeführt werden. Der Innendorn wird dabei nach dem Einlegen des Werkstücks von hinten her in das Rohr eingeführt und im Biegebereich positioniert. Dabei ist die Vorschubeinrichtung axial hinter dem Rohr angebracht.

[0004] Allerdings ist es im Bereich kleiner Durchmesser oft wünschenswert, endloses Rohrmaterial vom Coil zu bearbeiten, wobei dann allerdings kein Innendorn vom Rohrende her mehr eingeschoben werden kann, so daß hier normalerweise ohne Innendorn gebogen werden muß. Dies hat jedoch zur Folge, daß dann bisweilen gewünschte Biegungen mit engen Biegeradien nicht hergestellt werden können.

[0005] Oft stehen auch sehr lange abgelängte Werkstücke zur Verfügung, die auf herkömmlichen Maschinen nicht mit Innendornen bearbeitet werden können, sondern spezielle längere Maschinenaufbauten benötigen oder eben auf eine entsprechende Länge gekürzt werden müssen, was jedoch zu einem hohen Abfallanteil führt.

[0006] Bekannt sind auch solche Maschinen, die direkt vom Blechmaterial aus arbeiten, dieses zunächst zu einem Rohr formen und es dann erst biegen. Dabei wird der Innendorn im noch nicht geschlossenen Rohrbereich eingeführt.

[0007] Bekannt ist ferner die Verwendung von z. B. Eis

als Innendornmaterial.

[0008] Auch der Einsatz fliegender Dorne beim Rohrziehen ist im Stand der Technik bekannt.

[0009] So beschreibt die gattungsgemäße EP 1 484 123 B1 eine Maschine, in der ein Rohr aus einem Blech geformt wird, welches anschließend durch Biegen umgeformt wird. Die Dorneinheit ist so weit nach hinten versetzt angeordnet, daß sie von oben in das noch offene Profil eingreift und damit das Dornelement im Biegebereich positioniert. Dieses bekannte Verfahren funktioniert allerdings bei bereits geschlossenen Profilen, wie fertigen Rohren, nicht.

[0010] Auch aus der DE 28 16 840 ist eine Vorrichtung bekannt, in der aus einem Blech ein Rohr geformt wird, welches anschließend durch Biegen wieder umgeformt wird. Hier wird vorgeschlagen, ein gefrorenes oder ein erstarrbares Material (Eis) für den Innendorn einzusetzen. Allerdings ist der Einsatz von Flüssigkeiten oder von anderen erstarrbaren Materialien eigentlich unerwünscht, nicht für alle Rohrwerkstoffe geeignet und kann den hohen Drücken beim Biegen auch nicht standhalten.

[0011] Die US 3 891 952 A beschreibt eine Vorrichtung zur Herstellung von Rippen auf Rohren durch Walzen. Dabei wird als Gegenhalter gegen den Walzdruck ein Innendorn im Rohr eingesetzt, der über einen äußeren Magneten in einer entsprechenden Stellung axial fixiert wird. Dabei wird der Innendorn jedoch nicht in Verbindung mit Biegemaschinen eingesetzt.

[0012] Dasselbe gilt auch für die Rohrziehvorrichtung aus der DE 37 39 730 C1, bei der beim Rohrziehen mit einem magnetisch gehaltenen Dorn gearbeitet wird. Wiederum handelt es sich hierbei allerdings nicht um einen Innendorn für Biegemaschinen.

[0013] Die Erfindung stellt nun darauf ab, eine Anordnung zum Biegen rohrförmiger Werkstücke der eingangs genannten Art zur Verfügung zu stellen, mit der beliebig lange Rohre, auch endlose Rohre vom Coil oder auch einseitig verjüngte oder anderweitig geformte Rohre, die ein Einsetzen des Innendorns von hinten unmöglich machen, mit Innendorn gebogen werden können, ohne daß der Einsatz der Innendorneinrichtung durch die Werkstücklänge oder die Maschinenlänge beschränkt wird.

[0014] Erfindungsgemäß wird dies bei einer Anordnung der eingangs genannten Art dadurch erreicht, daß der Läufer aus einem magnetisierbaren Material besteht und die Vorschubeinrichtung eine an einer der Lage des Läufers außerhalb des Werkstücks entsprechenden Lage angebrachte Magneteinrichtung aufweist, zwischen der und dem Läufer ein magnetischer Kraftschluß ausgebildet ist, wobei der Läufer über die Magneteinrichtung im Werkstück verschoben werden kann. Bevorzugt besteht dabei sowohl der Läufer, wie auch die Magneteinrichtung aus einer Permanentmagnetanordnung, die im Sinne der Erfindung vom Begriff "magnetisierbares Material" als miterfaßt angesehen wird.

[0015] Gemäß der Erfindung wird die Vorschubeinrichtung nicht mehr axial hinter dem Werkstück (Rohr) angebracht, wie dies bislang der Fall ist, sondern liegt au-

ßerhalb des Werkstücks in einer der Lage der Läufer entsprechenden Lage vor. Der erfindungsgemäß dadurch geschaffene magnetische Kraftschluß zwischen der Magneteinrichtung und dem Läufer gibt nun die Möglichkeit, durch eine entsprechende Veränderung des Magnetfeldes in der Magneteinrichtung, etwa durch eine Bewegung derselben in Längsrichtung des Werkstücks oder auch durch Erzeugung eines magnetischen Wanderfeldes in axialer Richtung des Werkstücks berührungsfrei eine Verschiebung des Läufers innerhalb des Werkstücks zu bewirken. Damit lassen sich vom Coil abgezogene, endlose Rohre ebenso wie sehr lange abgelängte Rohre oder auch andere Rohre, bei denen ein Einsetzen des Dorns von hinten unmöglich ist, trotzdem mit Innendorn biegen. Gleichzeitig ergibt sich eine recht kompakte Ausführung der erfindungsgemäßen Anordnung, die zudem auch außerordentlich funktionssicher wirksam ist.

[0016] Die erfindungsgemäße Anordnung ist ferner von überraschend einfachem Aufbau, kaum störanfällig, arbeitet mit einem sehr guten Wirkungsgrad und ist sehr preisgünstig herstell- und einsetzbar.

[0017] In einer besonders günstigen Ausführungsform der Erfindung ist die Magneteinrichtung in Längsrichtung des Werkstücks verschieblich angebracht, wozu sie bevorzugt an einen Antrieb, z. B. einen Pneumatikzylinder, einen Spindeltrieb o. ä. angeschlossen ist. Wird so die Betätigungseinrichtung in Längsrichtung des Werkstücks verschoben, bewirkt der magnetische Kraftschluß zwischen der Magneteinrichtung und dem Läufer, daß dann auch der im Rohrinne liegende Läufer (welcher durch den magnetischen Kraftschluß relativ zur Magneteinrichtung fixiert ist) ebenfalls verfährt.

[0018] Ganz besonders bevorzugt wird bei der Erfindung die Magneteinrichtung um den Außenumfang des rohrförmigen Werkstücks herum angeordnet, wobei sie vorteilhafterweise aus zwei im zusammengesetzten Zustand das rohrförmige Werkstück umfassenden, lösbar aneinander befestigten Hälften besteht, deren Trennflächen in einer Durchmessersebene des Werkstücks liegen. Zum Aufheben der Magnetkraft beim Einführen des Dornelementes in das Rohr können bei dieser Ausführungsform die beiden Hälften der Magneteinrichtung auseinander gefahren werden, wodurch das Einbringen des Läufers und des Dornelementes in das Rohr besonders einfach durchführbar ist.

[0019] Eine bevorzugte Ausgestaltung der Erfindung besteht auch darin, daß die Magnetanordnung ebenso wie der Läufer in Längsrichtung des rohrförmigen Werkstücks aus jeweils durch Distanzscheiben aus nicht magnetisierbarem Material axial voneinander getrennten Permanentmagneten geschichtet ausgebildet sind, wobei jeweils deren axial einander zugewandte Seiten eine gleiche Polung aufweisen. Besonders bevorzugt haben hierbei die Permanentmagnete des Läufers im Vergleich zu denen ihnen jeweils auf der Außenseite des Werkstücks zugeordneten Permanentmagneten der Magneteinrichtung, in axialer Richtung des Werkstücks gese-

hen, einander entgegengesetzte Magnetpole.

[0020] Auf diese Art und Weise können nun entsprechend der benötigten Vorschubkraft für den Läufer mehrere Magnete hintereinander angeordnet werden, wobei, bevorzugt, am linken und am rechten Ende des Läufers derselbe Pol vorliegt, so daß die Richtung des Läufers bei dessen Einsetzen in das Rohr keine Rolle spielt. Dies wird erreicht, indem in vorteilhafter Ausgestaltung der Erfindung der Läufer und die Magneteinrichtung, entlang der Längsachse des Werkstücks, jeweils eine geradzahlige Anzahl von Permanentmagneten umfassen, die dann sicherstellen, daß die Pole des ersten und des letzten Magneten gleiche Pole sind.

[0021] Bei der Erfindung kann noch vorteilhafterweise die Magneteinrichtung auch als Elektromagnet ausgebildet sein. Ganz besonders bevorzugt ist hierbei die Magneteinrichtung so ausgebildet, daß in ihr, in axialer Richtung des Werkstücks gesehen, ein wanderndes Magnetfeld erzeugt wird, durch welches der Läufer in Längsrichtung in diesem entsprechend der Wirkungsweise eines Linearmotors verschoben werden kann, ohne daß dabei die Magneteinrichtung ihrerseits verschoben werden müßte. In diesem Fall muß die Magneteinrichtung allerdings in axialer Richtung des Werkstücks gesehen deutlich länger als der Läufer ausgebildet sein. Der Vorteil eines solchen Aufbaus ist darin zu sehen, daß keine weiteren Antriebsvorrichtungen zum Verfahren der Magneteinrichtung mehr benötigt werden und der Läufer bei abgeschaltetem Magnetfeld völlig problemlos eingesetzt werden kann.

[0022] In einer anderen erfindungsgemäßen Ausgestaltung ist der Läufer mit dem Dornelement über eine Dornstange verbunden. Eine ganz besonders vorteilhafte Ausgestaltung der Erfindung wird auch dadurch erreicht, daß das Dornelement im Werkstück während des Biegevorgangs reversierend und/oder um seine Längsachse sich drehend bewegbar ist, was bei der Ausbildung der Magneteinrichtung als Elektromotor unschwer durch eine entsprechende Ansteuerung derselben erreicht werden kann. Dadurch ist das innenliegende Dornelement während des Biegevorgangs nicht an einer ganz bestimmten Stelle im Biegebereich positioniert, sondern kann reversierend (etwa oszillierend, pendelnd oder schwingend) im Biegebereich und/oder um seine Längsachse drehend bewegt werden. Solche schwingenden Bewegungen können mit langsamer Frequenz (etwa um die Biegung mit einem Gliederdorn nachzuformen) oder mit einer hohen Frequenz (z. B. zur Reduzierung der Reibung zwischen Innendorn und Rohr, zum hämmern des Einwirkens auf den Biegebereich oder auch zur Beeinflussung des Fließverhaltens des Rohrwerkstoffs) betrieben werden.

[0023] Vorteilhafterweise wird bei der Erfindung bei koaxialer Ausrichtung von Läufer und Magneteinrichtung der Radialspalt zwischen beiden so klein gewählt, daß das Werkstück gerade noch frei durch ihn hindurch verschiebbar ist. Denn der Spalt zwischen Läufer und Magneteinrichtung sollte im Interesse einer möglichst gro-

ßen Kraftübertragung möglichst gering sein, weshalb man bemüht ist, ihn möglichst klein zu halten; dabei sollte er allerdings doch so groß sein, daß das zu bearbeitende Werkstück in jedem Fall gerade noch frei durch den gebildeten Spalt hindurch verschiebbar ist.

[0024] Ganz grundsätzlich ist jedoch noch einmal festzuhalten, daß bei der Erfindung der besonders bemerkenswerte Vorteil erreicht wird, daß nämlich zwischen dem Innendorn (mit dem Dornelement und dem Läufer) sowie der Magneteinrichtung keinerlei mechanische Verbindung mehr notwendig ist (und auch nicht besteht).

[0025] Die Erfindung wird nachfolgend anhand der Zeichnungen im Prinzip beispielshalber noch näher erläutert. Es zeigen:

Fig. 1 eine schematische Prinzipdarstellung einer mit einer erfindungsgemäßen Innendornanordnung versehenen Biegemaschine, von oben gesehen;

Fig. 2 eine schematische und vergrößerte Detailansicht der Ansicht aus Fig. 1, jedoch in teilweise geschnittener Darstellung der dort gezeigten Biegemaschine;

Fig. 3 eine erste Ausführungsform von Magneteinrichtung und Läufer in Form von Permanentmagneten;

Fig. 4 die Anordnung der Magneteinrichtung in der Darstellung gemäß Fig. 3;

Fig. 5 eine Vorderansicht der Innendorneinrichtung gemäß Fig. 3, und

Fig. 6 eine zweite Ausführungsform der Innendorneinrichtung.

[0026] In der folgenden Figurenbeschreibung sind in den einzelnen Figuren für gleiche Teile auch gleiche Bezugszeichen verwendet.

[0027] In Fig. 1 ist, von oben gesehen, eine schematische Ansicht einer Biegemaschine 1 zum Biegen eines rohrförmigen Werkstücks 2 in Form eines endlosen Rohrmaterials vom Coil 3 gezeigt. Die dargestellte Biegemaschine 1 weist eine Richteinheit 4 mit mehreren, in unterschiedlichen Ebenen liegenden Richtrollen 5 sowie eine Vorschubeinheit 6 mit mehreren Einzugswalzen 7, eine Trenneinrichtung 8 zum Abschneiden des endlosen rohrförmigen Werkstücks 2 sowie ein Biegewerkzeug 9 mit einem Biegedorn 10, einem Faltenglätter 11 und einer Gleitschiene 12 auf.

[0028] Anstelle der gezeigten Vorschubeinheit 6 könnte z. B. gleichermaßen auch ein Lineareinzug mit fahrbaren Greifeinheiten, eine verfahrbare Spannzanze o. ä. eingesetzt werden.

[0029] Bei dem insoweit dargestellten Aufbau der Biegemaschine 1 handelt es sich beispielhaft um einen Standardaufbau.

[0030] Allerdings wird hier nunmehr im Inneren des rohrförmigen Werkstücks 2 eine berührungslos arbeitende Innendorneinrichtung 13 vorgesehen, von der in Fig. 1 nur die um das rohrförmige Werkstück 2 herum angeordnete Betätigungseinrichtung in Form einer Magnet-

einrichtung 14 zu sehen ist. Die Innendorneinrichtung 13 kann grundsätzlich an jeder beliebigen Stelle entlang dem rohrförmigen Werkstück 2 zwischen dem Coil 3 und dem Biegewerkzeug 9 angebracht sein, so z. B. auch zwischen der Vorschubeinheit 6 und dem Biegewerkzeug 9.

[0031] Fig. 2 zeigt nun einen etwas vergrößerten, teilweise geschnittenen Ausschnitt aus Fig. 1. Neben dem Biegewerkzeug 9 und der Vorschubeinheit 6 ist hier nun auch die gesamte Innendorneinrichtung 13 zu erkennen.

[0032] Die Magneteinrichtung 14 ermöglicht, was noch weiter unten im einzelnen ausgeführt wird, ein Verschieben des im rohrförmigen Werkstück 2 verschiebbar angebrachten Dornelementes 15, das in Form z. B. eines Stummeldornes, eines Gliederdornes, eines Kugeldornes, eines Löffeldornes, eines Sonderdornes o. ä. ausgebildet und mit einem Läufer 16 über eine Dornstange 17 verbunden ist.

[0033] Über die Magneteinrichtung 14 kann der Läufer 16 in Axialrichtung X im rohrförmigen Werkstück 2 verschoben werden. Der Läufer 16 und die Magneteinrichtung 14 sind so ausgelegt, daß bei coaxialer Anordnung der beiden das zu bearbeitende rohrförmige Werkstück 2 gerade noch durch den verbleibenden Radialspalt 18 geschoben werden kann. Der Spalt 18 zwischen dem Läufer 16 und der Magneteinrichtung 14 sollte im Interesse einer guten und großen Kraftübertragung möglichst klein sein. Der Innendorn kann auch ohne Dornstange 17 ausgeführt sein, wenn nämlich die Magneteinrichtung 14 direkt hinter dem Biegewerkzeug 9 vorgesehen ist, wobei in diesem Fall das Dornelement 15 direkt in den Läufer 16 übergeht.

[0034] Nunmehr sei Bezug genommen auf Fig. 3, in der eine erste Ausführungsform von Magneteinrichtung 14 und Läufer 16 bei einer erfindungsgemäßen Anordnung dargestellt ist.

[0035] Bei dieser Ausführungsform sind sowohl der Läufer 16, wie auch die Magneteinrichtung 14 mit mehreren, in Axialrichtung X nebeneinander geschichteten Permanentmagneten 19 versehen, wobei zwischen den einzelnen Permanentmagneten 19 Distanzscheiben 20 aus nicht magnetisierbarem Material vorgesehen sind. Bei eingesetztem Innendorn wird der Läufer 16 durch die Magneteinrichtung 14 in Axialrichtung X fixiert. Um ihn und damit den Innendorn zu verschieben, ist ein Antrieb 21 vorgesehen, etwa in Form eines Pneumatikzylinders, eines Spindeltriebs o. ä., der mit einer Koppelstelle 22 an der Magneteinrichtung 14 verbunden ist. Durch den Antrieb 21 kann die Magneteinrichtung 14 in Axialrichtung X verschoben werden, wodurch dann infolge des magnetischen Kraftfusses auch der im Inneren des rohrförmigen Werkstücks 2 liegende Läufer 16 (und mit ihm der gesamte Innendorn) verschoben werden.

[0036] Dieser Aufbau ermöglicht eine sehr kompakte Bauform der Magneteinrichtung 14, benötigt jedoch eine getrennte Antriebseinrichtung 21 und besondere Vorkehrungen zum Einsetzen des Innendorns, da die Magnetkraft nicht abschaltbar ist.

[0037] Die Anordnung der Polung (Nord/Süd) der Permanentmagnete 19 ist in Fig. 4 dargestellt. Der Läufer 16 besteht aus einem ersten Magneten 19a, der links einen Südpol und rechts einen Nordpol aufweist. Anschließend folgt eine Distanzscheibe 20 und der zweite Magnet 19b, jedoch links nunmehr mit seinem Nordpol und rechts mit seinem Südpol. So können entsprechend der benötigten Vorschubkraft mehrere Permanentmagnete 19 geschichtet axial hintereinander angeordnet werden. Idealerweise ist dabei am linken und am rechten Ende des Läufers 16 derselbe Pol, so daß die Richtung des Läufers 16 beim Einsetzen in das rohrförmige Werkstück 2 keine Rolle spielt. Die Permanentmagnete 19c, 19d usw. der Magneteinrichtung 14 sind im Prinzip identisch wie im Läufer 16 angeordnet, wobei die Pol-Lage gegenüber dem Läufer 16 jedoch vertauscht ist, wie dies Fig. 4 zeigt, worauf hingewiesen wird.

[0038] Fig. 5 zeigt einen möglichen Aufbau zum Einsetzen des Läufers 16 in das rohrförmige Werkstück 2 in einer Ansicht parallel zur Axialrichtung X. Hier ist zu erkennen, daß die Magneteinrichtung 14 aus einer oberen Hälfte 23 und einer unteren Hälfte 24 besteht, die zum Aufheben der Magnetkraft auseinander gefahren werden können (vgl. Pfeilrichtungen), damit der Innendorn in das rohrförmige Werkstück 2 eingebracht werden kann.

[0039] Einen etwas anderen Aufbau der Innendorneinrichtung 13 bzw. der Magneteinrichtung 14 zeigt Fig. 6.

[0040] Bei dieser Ausführungsform ist die Innendorneinrichtung 13 als Linearmotor ausgeführt. In der Magneteinrichtung 14 sind Wicklungen 25 vorgesehen, mittels derer ein magnetisches Wanderfeld erzeugt werden kann, und zwar in Axialrichtung X. Der Läufer 16 ist, wie im vorherigen Ausführungsbeispiel, mit Permanentmagneten 19 versehen, wird nun aber nicht mehr durch eine bewegte Magneteinrichtung 14, sondern durch das magnetische Wanderfeld in Axialrichtung X verschoben. Der Vorteil eines solchen Aufbaus liegt darin, daß keine weitere Antriebsvorrichtung zum Verfahren der Magneteinrichtung 14 mehr benötigt wird und der Läufer 16 bei abgeschaltetem Magnetfeld jederzeit problemlos in das rohrförmige Werkstück 2 eingesetzt werden kann. Allerdings erfordert dieser Aufbau einen deutlich größeren Platzbedarf für das Erreichen derselben Vorschubkraft wie im vorrangegangenen Ausführungsbeispiel.

[0041] Es ist aber ohne weiteres auch möglich, eine Kombination der beiden geschilderten Lösungen vorzunehmen, indem z. B. der Elektromagnet der Magneteinrichtung 14, wie er in Fig. 6 gezeigt ist, zusätzlich noch über einen Antrieb (nicht gezeigt) in Axialrichtung X verschoben werden kann ("verschieblicher Elektromagnet"), wie dies bei der Magneteinrichtung 14 gemäß Figur 3 gezeigt ist.

[0042] Die Funktion der in den Figuren dargestellten Ausführungsbeispiele ist wie folgt: Zum Biegen eines rohrförmigen Werkstücks 2 vom Coil 3 mit einer Innendorneinrichtung 13 wird der Coil 3 zunächst auf einer Haspel hinter der Biegemaschine 1 bereitgestellt und in

die Biegemaschine 1 zwischen die Einzugsrollen 7 eingelegt.

[0043] Vor dem ersten Biegevorgang wird sodann der Innendorn (Dornelement 15, Dornstange 17 und Läufer 16) von vorne in das rohrförmige Werkstück 2 eingeschoben, bis sich der Läufer 16 im Bereich der Magneteinrichtung 14 befindet. Zu diesem Zweck wird entweder der Elektromagnet 25 abgeschaltet oder die Hälften 23, 24 der Magneteinrichtung 14 werden, wie durch die Pfeile in Fig. 5 gezeigt, auseinandergefahren.

[0044] Nach dem Positionieren des Innendorns in dem rohrförmigen Werkstück 2 werden sodann die Hälften 23, 24 der Magneteinrichtung zusammengefahren bzw. der Elektromagnet 25 wird aktiviert und damit der Innendorn fixiert. Sobald nun der Biegeprozeß beginnt, wird der Innendorn über die Magneteinrichtung 14 in Axialrichtung X vorgeschoben bzw. zurückgezogen. Zum Trennen des rohrförmigen Werkstücks 2 muß der Innendorn so weit zurückgezogen werden, daß das bewegte Schnittmesser der Trenneinrichtung 8 nicht mit dem Dornelement 15 kollidieren kann.

[0045] Das Dornelement 15 kann das rohrförmige Werkstück 2 im Gegenmesser beim Schnitt von innen abstützen, um die Verformung gering zu halten.

[0046] Als besonders günstig zeigt es sich aber, wenn der Innendorn während des Biegevorgangs nicht an einer bestimmten Stelle im Biegebereich positioniert ist und verbleibt, sondern sich reversierend (oszillierend, pendelnd, schwingend) im Biegebereich bewegt und/oder sich um seine Längsachse dreht. Diese schwingende Bewegung kann mit langsamer Frequenz (etwa um die Biegung mit einem Gliederdorn nachzuformen) oder mit einer hohen Frequenz (z. B. zum Reduzieren der Reibung zwischen Innendorn und Rohr, zum hämmernden Einwirken auf den Biegebereich oder zur Beeinflussung des Fließverhaltens des Rohrwerkstoffes) betrieben werden. Durch das Drehen läßt sich ein besonders gleichmäßiger Verschleiß am Innendorn erreichen.

[0047] Mit der erfindungsgemäßen Anordnung ist nun ein Biegen langer und endloser Rohre mit Innendorn ohne weiteres möglich, wodurch sich der biegbare Bereich für endlose Rohre erweitert. Dabei wird der Einsatz der Innendorneinrichtung weder durch die Werkstücklänge, noch durch die Maschinenlänge beschränkt. Dabei liegt zwischen Innendorn und Magneteinrichtung keinerlei mechanische Verbindung vor, was den Gesamtaufbau sehr vereinfacht und auch zu einer großen funktionellen Zuverlässigkeit beiträgt.

Patentansprüche

1. Anordnung zum Biegen rohrförmiger Werkstücke (2), bei welcher ein Werkstück (2) einem Biegekopf zum Biegen zugeführt und beim Biegevorgang im Biegebereich mittels eines in das Werkstück (2) eingebrachten Dornes (15-17) von innen her abgestützt wird, wobei der Dorn ein Dornelement (15) und einen

- Läufer (16) umfaßt, beweglich im Werkstück (2) sitzt und der Läufer (16) mittels einer Vorschubeinrichtung (14) im Werkstück längsverschieblich ist, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Läufer (16) aus einem magnetisierbaren Material besteht und die Vorschubeinrichtung eine an einer der Lage des Läufers (16) außerhalb des Werkstücks (2) entsprechenden Lage angebrachte Magneteinrichtung (14) aufweist, zwischen der und dem Läufer ein magnetischer Kraftschluß ausgebildet ist, wobei der Läufer (16) über die Magneteinrichtung (14) im Werkstück (2) verschiebbar ist.
2. Anordnung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Läufer (16) aus einer Permanentmagnetanordnung besteht.
 3. Anordnung nach Anspruch 1 oder Anspruch 2; **dadurch gekennzeichnet, daß** die Magneteinrichtung (14) eine in Längsrichtung des Werkstücks (2) verschieblich angebrachte Permanentmagnetanordnung ist.
 4. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Magneteinrichtung (14) um den Außenumfang des rohrförmigen Werkstücks (2) herum angeordnet ist.
 5. Anordnung nach Anspruch 4, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Magnetanordnung (14) aus zwei im zusammengesetzten Zustand das rohrförmige Werkstück (2) umfassenden, aneinander lösbar befestigten Hälften (23, 24) besteht, deren Trennflächen in einer Durchmessersebene des Werkstücks (2) liegen.
 6. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Magnetanordnung (14) und der Läufer (16) in Längsrichtung (X) des rohrförmigen Werkstücks (2) aus jeweils durch Distanzscheiben (20) axial voneinander getrennten Permanentmagneten (19) geschichtet ausgebildet sind, wobei deren axial einander zugewandte Seiten eine gleiche Polung aufweisen.
 7. Anordnung nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Permanentmagneten (19) des Läufers (16) im Vergleich zu den ihnen jeweils auf der Außenseite des Werkstücks (2) zugeordneten Permanentmagneten (19) der Magneteinrichtung (14), in axialer Richtung (X) des Werkstücks (2) gesehen, jeweils entgegengesetzte Magnetpole haben.
 8. Anordnung nach Anspruch 6 oder 7, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Läufer (16) und die Magneteinrichtung (14), entlang der Längsachse (X) des Werkstücks (2), jeweils eine geradzahlige Anzahl von Permanentmagneten (19) umfassen.
 9. Anordnung nach einem der Ansprüche 2, 4 oder 5, **dadurch gekennzeichnet, daß** die Magneteinrichtung (14) als Elektromagnet (25) ausgebildet ist.
 10. Anordnung nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, daß** in der Magneteinrichtung (14) in axialer Richtung (X) des Werkstücks (2) ein Wanderfeld erzeugbar ist, durch das der Läufer (16) in Längsrichtung (X) des Werkstücks in diesem verschiebbar ist.
 11. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 10, **dadurch gekennzeichnet, daß** der Läufer (16) mit dem Dornelement (15) über eine Domstange (17) verbunden ist.
 12. Anordnung nach einem der Ansprüche 9 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, daß** das Dornelement (15) im Werkstück (2) während des Biegevorgangs reversierend und/oder um seine Längsachse sich drehend bewegbar ist.
 13. Anordnung nach einem der Ansprüche 1 bis 12, **dadurch gekennzeichnet, daß** bei koaxialer Anordnung von Läufer (16) und Magneteinrichtung (14) der Radialspalt (18) zwischen beiden so groß gewählt ist, daß das Werkstück (2) gerade noch frei durch ihn hindurch verschiebbar ist.
- ### Claims
1. Assembly for bending tubular workpieces (2) , in which a workpiece (2) is fed to a bending head for bending and is supported during the bending operation in the bending region from the inside by means of a mandrel (15- 17) introduced into the workpiece (2) , wherein the mandrel comprises a mandrel element (15) and a traveller (16) and is seated movably in the workpiece (2) , and the traveller (16) is longitudinally displaceable in the workpiece by means of a feed device (14) , **characterised in that** the traveller (16) consists of a magnetisable material, and the feed device has a magnet device (14) mounted in a position corresponding to the position of the traveller (16) outside the workpiece (2) , a magnetic force- based connection being formed between the magnet device (14) and the traveller, wherein the traveller (16) is displaceable in the workpiece (2) by way of the magnet device (14) .
 2. Assembly according to claim 1, **characterised in that** the traveller (16) consists of a permanent magnet arrangement.

3. Assembly according to claim 1 or claim 2, **characterised in that** the magnet device (14) is a permanent magnet arrangement mounted in such a manner that it is displaceable in the longitudinal direction of the workpiece (2).
4. Assembly according to any one of claims 1 to 3, **characterised in that** the magnet device (14) is arranged around the outer circumference of the tubular workpiece (2).
5. Assembly according to claim 4, **characterised in that** the magnet arrangement (14) consists of two halves (23, 24) which enclose the tubular workpiece (2) in the assembled state and are fastened to one another in a detachable manner and the separation planes of which lie in a diametral plane of the workpiece (2).
6. Assembly according to any one of claims 1 to 5, **characterised in that** the magnet arrangement (14) and the traveller (16), in the longitudinal direction (X) of the tubular workpiece (2), are formed of layers of permanent magnets (19) which are separated from one another by spacers (20), wherein their axially facing sides have the same polarity.
7. Assembly according to claim 6, **characterised in that** the permanent magnets (19) of the traveller (16) have opposite magnetic poles, when viewed in the axial direction (X) of the workpiece (2), compared with their associated permanent magnets (19) of the magnet device (14) arranged on the outside of the workpiece (2).
8. Assembly according to claim 6 or 7, **characterised in that** the traveller (16) and the magnet device (14) each comprise an even number of permanent magnets (19) along the longitudinal axis (X) of the workpiece (2).
9. Assembly according to any one of claims 2, 4 or 5, **characterised in that** the magnet device (14) is in the form of an electromagnet (25).
10. Assembly according to claim 9, **characterised in that** a travelling field can be generated in the magnet device (14) in the axial direction (X) of the workpiece (2), by means of which travelling field the traveller (16) is displaceable in the workpiece (2) in the longitudinal direction (X) thereof.
11. Assembly according to any one of claims 1 to 10, **characterised in that** the traveller (16) is connected to the mandrel element (15) by way of a mandrel rod (17).
12. Assembly according to any one of claims 9 to 11,

characterised in that the mandrel element (15) is movable in the workpiece (2) during the bending operation in a reversing manner and/or in such a manner that it rotates about its longitudinal axis.

13. Assembly according to any one of claims 1 to 12, **characterised in that**, with a coaxial arrangement of the traveller (16) and the magnet device (14), the radial gap (18) between the two is chosen to be of such a size that the workpiece (2) is just freely displaceable through it.

Revendications

1. Dispositif de pliage de pièces tubulaires (2), dans lequel une pièce (2) est envoyée à une tête de pliage pour le pliage et est soutenue par l'intérieur, lors de l'opération de pliage, dans la région du pliage au moyen d'un mandrin (15-17) introduit dans la pièce (2), dans lequel le mandrin comprend un élément de mandrin (15) et un curseur (16), est placé de façon mobile dans la pièce (2) et le curseur (16) est déplaçable longitudinalement dans la pièce au moyen d'un système d'avance (14), **caractérisé en ce que** le curseur (16) se compose d'un matériau magnétisable et le système d'avance présente un dispositif d'aimant (14) installé à une position correspondant à la position du curseur (16) à l'extérieur de la pièce (2), un lien de force étant formé entre celui-ci et le curseur, et le curseur (16) étant ainsi déplaçable dans la pièce (2) au moyen du dispositif d'aimant (14).
2. Dispositif selon la revendication 1, **caractérisé en ce que** le curseur (16) se compose d'un dispositif d'aimant permanent.
3. Dispositif selon la revendication 1 ou la revendication 2, **caractérisé en ce que** le dispositif d'aimant (14) est un dispositif d'aimant permanent installé de façon déplaçable dans la direction longitudinale de la pièce (2).
4. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, **caractérisé en ce que** le dispositif d'aimant (14) est disposé autour du pourtour extérieur de la pièce tubulaire (2).
5. Dispositif selon la revendication 4, **caractérisé en ce que** le dispositif d'aimant (14) se compose de deux moitiés (23, 24) fixées l'une à l'autre de façon séparable et entourant, à l'état assemblé, la pièce tubulaire (2), et dont les faces de jonction sont situées dans un plan diamétral de la pièce (2).
6. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, **caractérisé en ce que** le dispositif d'aimant

(14) et le curseur (16) sont constitués, dans la direction longitudinale (X) de la pièce tubulaire (2), d'aimants permanents empilés (19) chaque fois séparés axialement l'un de l'autre par des disques d'écartement (20), dont les faces tournés axialement l'une vers l'autre présentent une même polarité. 5

7. Dispositif selon la revendication 6, **caractérisé en ce que** les aimants permanents (19) du curseur (16) présentent, vus dans la direction axiale (X) de la pièce (2), des pôles magnétiques respectivement opposés par comparaison avec les aimants permanents (19) du dispositif d'aimant (14) respectivement associés à ceux-ci sur le côté extérieur de la pièce (2). 10 15
8. Dispositif selon la revendication 6 ou 7, **caractérisé en ce que** le curseur (16) et le dispositif d'aimant (14) comprennent chaque fois, le long de l'axe longitudinal (X) de la pièce (2), un nombre pair d'aimants permanents (19). 20
9. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 2, 4 ou 5, **caractérisé en ce que** le dispositif d'aimant (14) est constitué par un électroaimant (25). 25
10. Dispositif selon la revendication 9, **caractérisé en ce que** l'on peut produire dans le dispositif d'aimant (14) un champ mobile dans la direction axiale (X) de la pièce (2), par lequel le curseur (16) est déplaçable dans la pièce (2), dans la direction longitudinale (X) de celle-ci. 30
11. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 10, **caractérisé en ce que** le curseur (16) est relié à l'élément de mandrin (15) par une tige de mandrin (17). 35
12. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 9 à 11, **caractérisé en ce que** l'élément de mandrin (15) est mobile dans la pièce (2) en mouvement alterné et/ou en rotation autour de son axe longitudinal pendant l'opération de pliage. 40
13. Dispositif selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, **caractérisé en ce que**, lors de la disposition coaxiale du curseur (16) et du dispositif d'aimant (14), la fente radiale (18) entre les deux est choisie avec une grandeur telle que la pièce (2) puisse encore être déplacée librement à travers celle-ci. 45 50

55

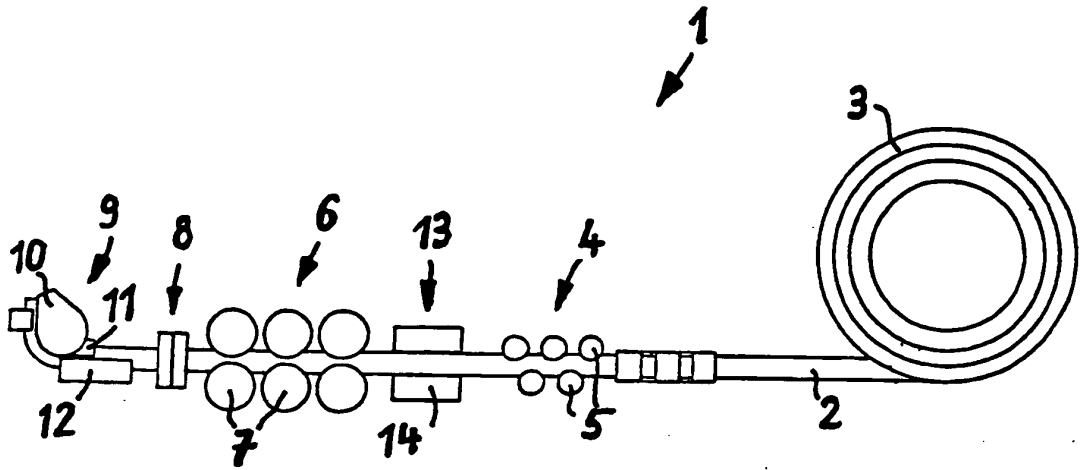


FIG. 1

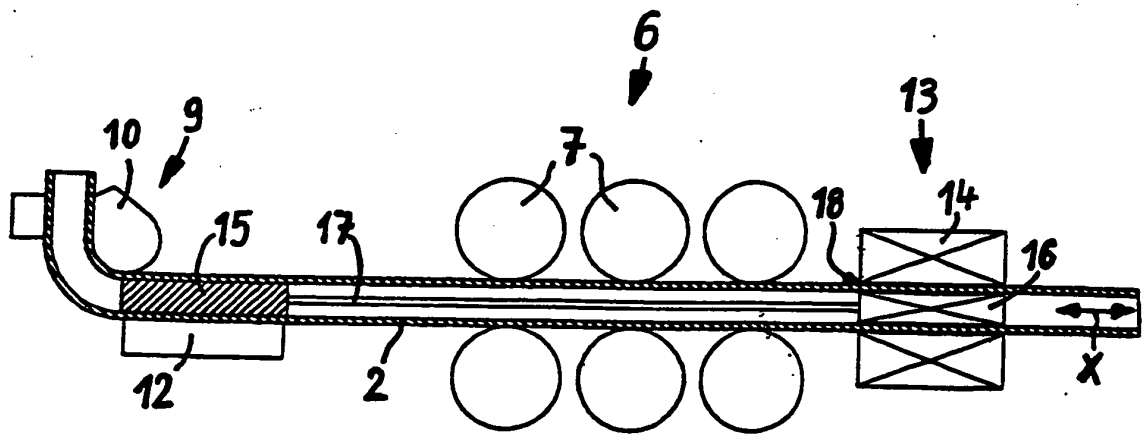


FIG. 2

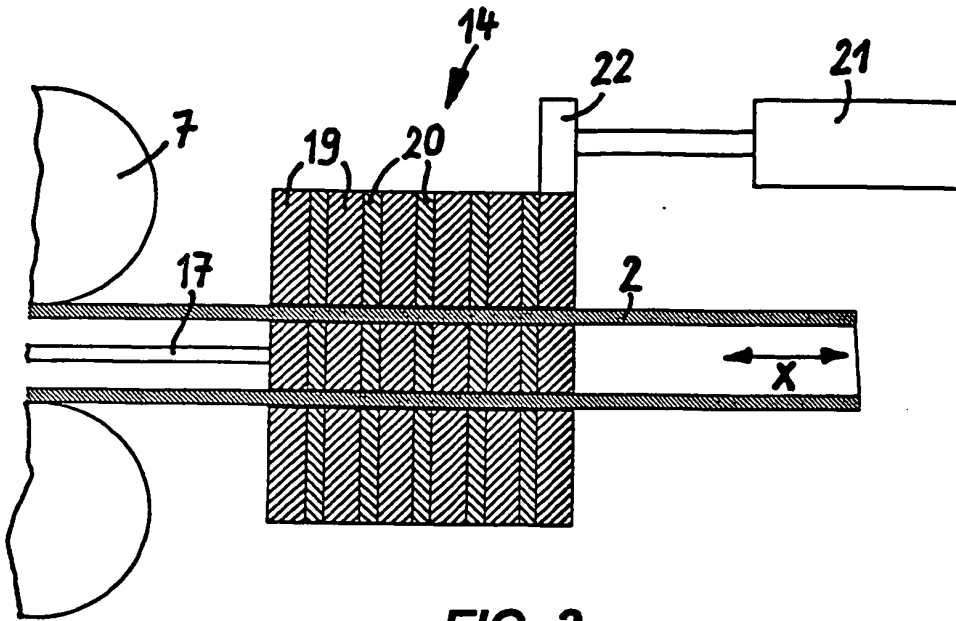


FIG. 3

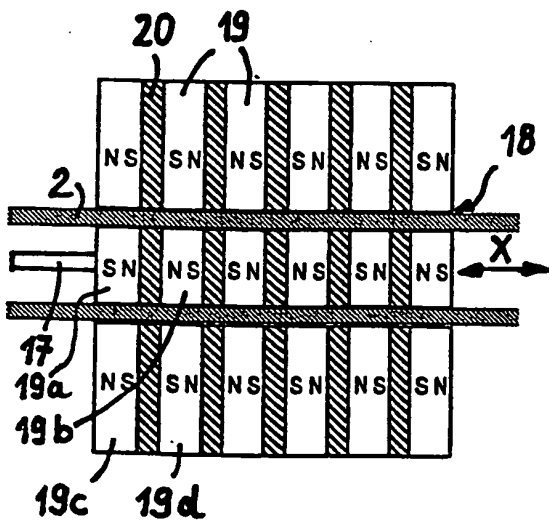


FIG. 4

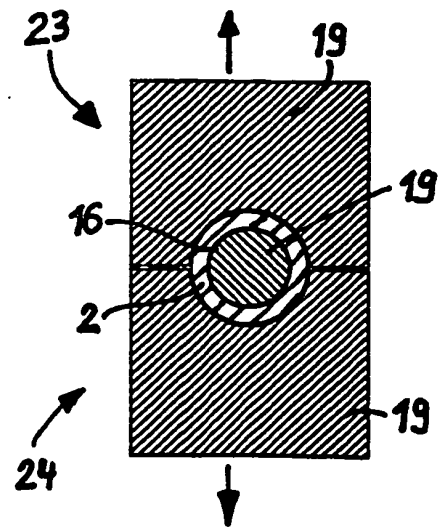


FIG. 5

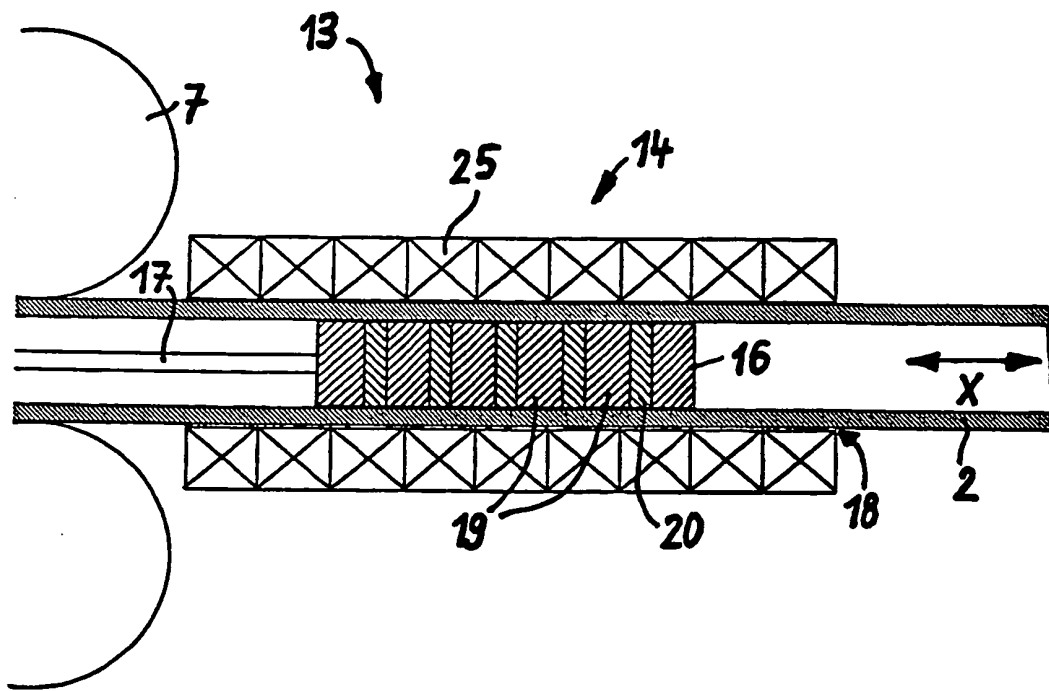


FIG. 6

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- EP 1484123 B1 [0009]
- DE 2816840 [0010]
- US 3891952 A [0011]
- DE 3739730 C1 [0012]