




EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

 Anmeldenummer: **87103247.0**


 Int. Cl.³: **B 21 D 39/06**
B 21 D 53/02


 Anmeldetag: **06.03.87**


 Priorität: **03.04.86 DE 3611108**

 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.10.87 Patentblatt 87/41

 Benannte Vertragsstaaten:
BE DE FR IT NL


 Anmelder: **Balcke-Dürr AG**
Homburger Strasse 2 Postfach 1240
D-4030 Ratingen 1(DE)

 Erfinder: **Krips, Herbert**
Grabelohstrasse 176
D-4630 Bochum 7(DE)

 Erfinder: **Podhorsky, Miroslav, Dr.**
Elisabethstrasse 10a
D-4030 Ratingen 1(DE)

 Vertreter: **Patentanwälte Dipl.-Ing. Alex Stenger**
Dipl.-Ing. Wolfram Watzke Dipl.-Ing. Heinz J. Ring
Kaiser-Friedrich-Ring 70
D-4000 Düsseldorf 11(DE)

 **Verfahren und Vorrichtung zur druckdichten Befestigung von geraden Rohren zwischen zwei Rohrscheiben.**

 Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur druckdichten Befestigung von geraden Rohren (5) zwischen zwei Rohrscheiben (3,4), insbesondere bei der Herstellung von Wärmetauschern. Die Rohre werden mit Spiel in Bohrungen der Rohrscheiben eingesetzt, mindestens an einem Ende durch ein Druckmittel hydraulisch aufgeweitet und hiermit an die Rohrscheibe angepreßt und im Stirnkantenbereich der jeweiligen Rohrscheibe befestigt, insbesondere angeschweißt (7). Außerdem sind Maßnahmen getroffen, um in den zwischen den Rohrscheiben befestigten Rohren einen vorgegebenen, den späteren Betriebszustand berücksichtigenden Spannungszustand zu erzeugen. Bei dem erfindungsgemäßen Verfahren wird zuerst ein Ende jedes Rohres in der entsprechenden Bohrung der einen Rohrscheibe (3) befestigt. Anschließend wird jedes Rohr entsprechend der in ihm zu erzeugenden Vorspannung erwärmt (9) und mit einer sich aus der Erwärmung ergebenden Teillänge mit dem unbefestigten Ende aus der anderen Rohrscheibe (4) herausgeschoben. Bei Erreichen der vorausbestimmten Längendifferenz zwischen dem kalten und dem aufgewärmten Zustand des Rohres wird das andere Ende des Rohres im Bereich seines innerhalb der anderen Rohrscheibe liegenden Abschnittes hydraulisch aufgeweitet (6) und anschließend an seinem aus der Rohrscheibe hervorstehenden Endbereich mit der Rohrscheibe verschweißt. Die sich aus der Erwärmung der Rohre ergebende Ausdehnung wird als Steuersignal für den hydraulischen

Aufweitvorgang herangezogen. Zu diesem Zweck ist bei der erfindungsgemäßen Vorrichtung an der Aufweitsonde ein von der Stirnkante des sich aufgrund der Erwärmung ausdehnenden Rohres betätigbarer Schalter (13) für das Ventil (14) zur Zufuhr von Druckmittel zum Ringraum (17) angeordnet.

./...

BALCKE-DÜRR Aktiengesellschaft, Homberger Straße 2,
4030 Ratingen 1

Verfahren und Vorrichtung zur druckdichten Befestigung von
geraden Rohren zwischen zwei Rohrscheiben

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur druckdichten Befestigung von geraden Rohren zwischen zwei Rohrscheiben, insbesondere bei der Herstellung von Wärmetauschern, bei dem die Rohre mit Spiel in Bohrungen der Rohrscheiben eingesetzt,
5 mindestens an einem Ende durch ein Druckmittel hydraulisch aufgeweitet und hiermit an die Rohrscheibe angepreßt und im Stirnkantenbereich an der jeweiligen Rohrscheibe befestigt, insbesondere angeschweißt werden und bei dem Maßnahmen getroffen werden, um in den zwischen den Rohrscheiben befestigten Rohren einen vorgegebenen, den späteren Betriebszustand berücksichtigenden Spannungszustand zu erzeugen. Außerdem betrifft die Erfindung eine bevorzugte Vorrichtung zur Durchführung dieses Verfahrens.

10

15 Aus der DE-PS 2 456 811 ist ein Verfahren zur druckdichten Befestigung von geraden Rohren zwischen zwei Rohrscheiben der voranstehend beschriebenen Art bekannt. Bei diesem bekannten Verfahren erfolgt im Anschluß an das hydraulische Aufweiten der Rohrenden im Bereich der Rohrscheiben ein zusätzliches
20 Anwalzen der Rohre im aufgeweiteten Bereich mindestens einer Rohrscheibe, um einen vorgegebenen Spannungszustand in den zwischen den beiden Rohrscheiben befindlichen Rohren zu erzeugen, damit im späteren Betriebszustand keine Überbeanspruchung der Rohre auftritt.

25

Mit dem bekannten Verfahren läßt sich der Spannungszustand in

den einzelnen Rohren sehr genau vorgeben; der zusätzliche Anwalzvorgang erfordert jedoch einen nicht unerheblichen Arbeits- und Zeitaufwand.

- 5 Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das bekannte Verfahren zu vereinfachen und einen vorgegebenen Spannungszustand in den zwischen zwei Rohrscheiben befestigten Rohren in einem Verfahrensschritt mit deren Befestigung in den Rohrscheiben zu erzeugen.

10

Die Lösung dieser Aufgabenstellung durch das erfindungsgemäße Verfahren ist dadurch gekennzeichnet, daß zuerst ein Ende jedes Rohres in der entsprechenden Bohrung der einen Rohrscheibe befestigt wird, daß anschließend jedes Rohr entsprechend der in ihm zu erzeugenden Vorspannung erwärmt und
15 mit einer sich aus der Erwärmung ergebenden Teillänge mit dem unbefestigten Ende aus der anderen Rohrscheibe herausgeschoben wird und daß bei Erreichen der vorausbestimmten Längendifferenz zwischen dem kalten und dem aufgewärmten Zustand des Rohres das andere Ende des Rohres im Bereich seines
20 innerhalb der anderen Rohrscheibe liegenden Abschnittes hydraulisch aufgeweitet und anschließend an seinem aus der Rohrscheibe hervorstehenden Endbereich mit der Rohrscheibe verschweißt wird.

25

Mit diesem erfindungsgemäßen Verfahren wird ohne zusätzlichen Arbeitsvorgang allein durch ein gezieltes Erwärmen jedes Rohres vor dessen hydraulischem Aufweiten und Befestigen an der zweiten Rohrscheibe der vorausbestimmte Spannungszustand
30 erzeugt. Dieser Spannungszustand ergibt sich selbsttätig, sobald alle Rohre zwischen den Rohrscheiben eingesetzt und abgekühlt sind. Während des nacheinander erfolgenden Einsetzens der einzelnen Rohre können sich abweichende Spannungszustände in den einzelnen Rohren ergeben, die sich aber nach der Been-

digung des Herstellvorganges in die vorgegebenen Werte verändern, da diese von der Gesamtzahl der zwischen den Rohrscheiben angeordneten Rohre und der sich hierdurch ergebenden Verformung der Rohrscheiben abhängen.

5

Ein weiterer Vorteil des erfindungsgemäßen Verfahrens besteht darin, daß nicht nur die erste Befestigung des einen Rohrendes an der zugehörigen Rohrscheibe, sondern auch das Anschweißen des anderen Rohrendes an der zweiten Rohrscheibe
10 ohne das Vorhandensein von Spannungen im Befestigungsbereich erfolgt, weil das Rohrende zuvor durch das hydraulische Aufweiten gegenüber der Rohrscheibe festgelegt worden ist. Demzufolge können sämtliche Schweißnähte problemlos ausgeführt werden; außerdem sind die Schweißnähte ohne Schwierigkeiten
15 prüfbar.

Um den allein durch das hydraulische Aufweiten erzeugten Sitz der Rohre in den Rohrscheiben zu verbessern, können gemäß einem weiteren, an sich bekannten Merkmal Vertiefungen im Bereich der Bohrungen in den Rohrscheiben ausgebildet sein, in
20 die die Rohre zur Erhöhung der Haltekraft aufgeweitet werden.

Ein schnelles und sauberes Erwärmen der Rohre wird erfindungsgemäß dadurch erzielt, daß sie durch Einführen einer
25 Wärmepatrone in das bereits an der einen Rohrscheibe befestigte Ende erwärmt werden.

In Weiterbildung des erfindungsgemäßen Verfahrens wird vorgeschlagen, die sich aus der Erwärmung der Rohre ergebende Ausdehnung als Steuersignal für den hydraulischen Aufweitvorgang
30 heranzuziehen. Hierdurch wird die Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens vereinfacht und von Fehlern der Bedienungspersonen befreit.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung können die Rohre mindestens an einer Rohrscheibe unter Zwischenfügen einer einen Überstand des Rohres über die Rohrscheibe umgebenden zusätzlichen Rohrhülse mit der Rohrscheibe verschweißt werden. Durch diese zusätzlichen Rohrhülsen, die mit einem Ende vor dem Einsetzen der Rohre mit der Rohrscheibe verschweißt werden, vereinfacht sich die Anbringung der Schweißnähte zwischen den Rohrenden und der Rohrscheibe, wobei diese Schweißnähte nicht nur der Festlegung der Rohre gegenüber der Rohrscheibe dienen, sondern auch eine zuverlässige Abdichtung zwischen Rohr und Rohrscheibe garantieren.

Die Vorrichtung zur Durchführung des erfindungsgemäßen Verfahrens verwendet eine in das jeweils aufzuweitende Rohr einführbare Aufweitsonde, die mittels mindestens zweier im Abstand voneinander am zylindrischen Sondenkörper angeordneter Dichtringe mit dem aufzuweitenden Rohrabschnitt einen Ringraum bildet, der zum Aufweiten nach Öffnen eines Ventils mit von einer Druckmittelquelle geliefertem Druckmittel beaufschlagt wird.

Um bei einer derartigen Vorrichtung ein sofortiges Aufweiten des jeweiligen Rohrendes zu erzielen, sobald das Rohrende durch Erwärmen des Rohres um die jeweils vorgegebene Längendifferenz aus der Stirnseite der Rohrscheibe ausgetreten ist, ist erfindungsgemäß an der Aufweitsonde ein von der Stirnkante des sich aufgrund der Erwärmung ausdehnenden Rohres betätigbarer Schalter für das Ventil zur Zufuhr von Druckmittel zum Ringraum angeordnet.

Diese erfindungsgemäße Ausbildung der Aufweitsonde hat nach dem Einführen des zylindrischen Sondenkörpers in das jeweils aufzuweitende Rohr und nach dem gezielten Aufwärmen dieses Rohres eine selbsttätige Einleitung des hydraulischen Auf-

weitvorganges zur Folge, da das sich aufgrund der Erwärmung ausdehnende Rohr über den an der Aufweitsonde angeordneten Schalter das Ventil öffnet, welches Druckmittel von der Druckmittelquelle in den Ringraum führt, der durch mindestens
5 zwei im Abstand voneinander am zylindrischen Sondenkörper angeordnete Dichtringe in axialer Richtung begrenzt wird. Die Bedienungsperson muß somit keine Messungen der Temperatur oder der Längendifferenz durchführen, sondern lediglich dafür sorgen, daß die Aufweitsonde ordnungsgemäß an die Rohrscheibe
10 mit dem aufzuweitenden Rohr angehalten wird.

(Bei einer bevorzugten Ausführungsform umfaßt der Schalter einen den zylindrischen Sondenkörper konzentrisch umgebenden Anschlagring. Der in Achsrichtung der Aufweitsonde ver-
15 laufende Abstand des Anschlagringes zur Rohrscheibe bzw. zur Stirnkante des aufzuweitenden kalten Rohres ist entsprechend der vorausbestimmten Längendifferenz einstellbar. Dieses Einstellen kann entweder durch Auswechseln unterschiedlicher Anschlagringe oder durch Verstellen des Anschlagringes relativ
20 zur Anschlagfläche eines den zylindrischen Sondenkörper umgebenden Gehäuses erfolgen.

Bei einer bevorzugten Ausführungsform der erfindungsgemäßen Vorrichtung wird die Anschlagfläche der Aufweitsonde an der
25 Rohrscheibe durch einen in axialer Richtung des zylindrischen Sondenkörpers verstellbaren Gehäusering gebildet, in dessen Innerem der Anschlagring des Schalters angeordnet ist. Auf diese Weise läßt sich nicht nur die ordnungsgemäße Lage der Dichtringe innerhalb der jeweiligen Rohrscheibe, ggf. unter
30 Berücksichtigung eines vorgegebenen Überstandes des aufzuweitenden Rohres bzw. einer zwischengefügten Rohrhülse einstellen, sondern auch die vorausbestimmte Längendifferenz, die im Hinblick auf den späteren Spannungszustand des Rohres durch Erwärmen erzielt und bei Erreichen als Steuersignal für

den Beginn des hydraulischen Aufweitvorganges herangezogen werden soll.

5 Auf der Zeichnung sind neben einer schematischen Gesamtdarstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ein Ausführungsbeispiel dieser Vorrichtung und anhand mehrerer Verfahrensschritte der Ablauf des erfindungsgemäßen Verfahrens dargestellt. Es zeigen:

- 10 Fig. 1 eine schematische Gesamtübersicht,
Fig. 2 einen Längsschnitt durch das zuerst in einer Rohrscheibe befestigte Ende eines Rohres,
15 Fig. 3 einen Längsschnitt durch das andere Ende dieses Rohres, das aus der entsprechend vorbereiteten Bohrung der anderen Rohrscheibe herausragt,
Fig. 4 einen der Fig.3 entsprechenden Schnitt, bei dem
20 das Rohrende auf Sollmaß abgelängt worden ist,
Fig. 5 eine der Fig.2 entsprechende Schnittdarstellung nach Einführen einer Wärmepatrone,
25 Fig. 6 eine der Fig.4 entsprechende Schnittdarstellung nach Einführen der Aufweitsonde und während des Aufwärmvorganges,
Fig. 7 eine Schnittdarstellung entsprechend Fig.6 nach
30 Beendigung des Aufwärmvorganges und nach Durchführen des hydraulischen Aufweitens,
Fig. 8 einen Längsschnitt durch das in den Figuren 6 und 7 dargestellte Rohrende nach dem hydraulischen
35 Aufweiten und dem Verschweißen mit der Rohrscheibe,
Fig. 9 einen der Fig.8 entsprechenden Längsschnitt einer alternativen Ausführung der Vorrichtung und

Fig.10 eine weitere Ausführungsform in einem entsprechenden Längsschnitt.

In der schematischen Darstellung der Fig.1 ist ein Wärmetauscher 1 gezeichnet, der zwei in ein Gehäuse 2 eingeschweißte Rohrscheiben 3 und 4 umfaßt, zwischen denen eine Mehrzahl von geraden Rohren 5 verläuft. Bis auf eine Ausnahme sind diese Rohre 5 lediglich durch strichpunktierte Linien angedeutet.

Diese Rohre 5 werden mit Spiel in vorbereitete Bohrungen der Rohrscheiben 3 und 4 eingesetzt und unter Verwendung einer Aufweitsonde 6 durch ein Druckmittel hydraulisch aufgeweitet. Durch dieses Aufweiten werden die Rohre im Bereich der Rohrscheiben 3 und 4 an diese angepreßt. Anschließend werden die Rohre 5 im Stirnkantenbereich an der jeweiligen Rohrscheibe 3 bzw. 4 befestigt, vorzugsweise durch Schweißen.

Wie die Schnittdarstellungen der Figuren 2 bis 8 erkennen lassen, erfolgt zuerst ein hydraulisches Aufweiten desjenigen Endes der Rohre 5, das sich in der Rohrscheibe 3 befindet. Das an die jeweilige Bohrung der Rohrscheibe 3 und an eine in deren Bereich ausgebildete Vertiefung angepreßte Rohr 5 wird anschließend auf der Außenseite der Rohrscheibe 3 mit dieser verschweißt. Die zur Lagesicherung und Abdichtung dienende Schweißnaht 7 ist in Fig.2 zu erkennen. Anstelle eines hydraulischen Aufweitens kann die Befestigung der Rohre 5 in der Rohrscheibe 3 auch durch Einwalzen oder nur durch Verschweißen erfolgen.

Nach diesem Befestigungsvorgang des Rohres 5 an der Rohrscheibe 3 ragt das andere Ende des Rohres 5 geringfügig aus der Rohrscheibe 4 heraus, wie Fig.3 zeigt. In dieser Fig.3 ist auch zu erkennen, daß im Bereich der jeweiligen Bohrung

in der Rohrscheibe 4 eine Vertiefung 8 ausgebildet ist, in die das Rohr 5 beim hydraulischen Aufweiten zur Erhöhung der Haltekraft eingepreßt wird.

5 Nachdem sämtliche Rohre 5 mit ihrem einen Ende in der Rohrscheibe 3 hydraulisch aufgeweitet und an der Rohrscheibe 3 durch eine Schweißnaht 7 festgelegt worden sind, wird ihr aus der Rohrscheibe 4 herausragendes Ende gemäß Fig.3 auf Sollmaß
10 abgelängt, wie dies die Fig.4 zeigt. Selbstverständlich ist es auch möglich, auf dieses Ablängen zu verzichten, sofern ein vorgegebener Überstand des Rohres 5 über die Stirnfläche der Rohrscheibe 4 beabsichtigt ist, der auch nach der Befestigung der Rohre 5 in der Rohrscheibe 3 innerhalb der zulässigen Toleranzen eingehalten wird.

15

Wie die Darstellungen in den Figuren 5 und 6 zeigen, wird nunmehr in das bereits an der Rohrscheibe 3 befestigte Ende des Rohres 5 eine Wärmepatrone 9 eingeschoben, durch die das Rohr 5 erwärmt wird. Die Darstellung in Fig.6 zeigt, daß sich
20 das Rohr 5 aufgrund dieser Erwärmung bereits verlängert hat und trotz seiner zuvor erfolgten Ablängung auf das mit der Stirnfläche der Rohrscheibe 4 übereinstimmende Sollmaß geringfügig aus der Stirnseite der Rohrscheibe 4 herausgeschoben hat.

25

Gemäß Fig.6 wird nunmehr in das noch freie Ende des Rohres 5 der zylindrische Sondenkörper 6a der Aufweitsonde 6 derart eingeschoben, daß sich die im Abstand voneinander auf diesem Sondenkörper 6a befindenden Dichtringe 10 gerade noch innerhalb der Wandstärke der Rohrscheibe 4 befinden. Um diese Zu-
30 ordnung der Dichtringe 10 des Sondenkörpers 6a zur Rohrscheibe 4 sicherzustellen, ist auf das Gehäuse der Aufweitsonde 6 ein Gehäusering 11 aufgeschraubt, dessen Stirnfläche 11a an der Außenfläche der Rohrscheibe 4 anliegt. Durch eine
35 entsprechende Einstellung des Gehäuseringes 11 zum Sonden-

körper 6a kann auf diese Weise sichergestellt werden, daß sich die Dichtringe 10 stets in der richtigen Lage innerhalb des Querschnittes der Rohrscheibe 4 befinden, wenn die Aufweitsonde 6 korrekt zur Anlage an der Rohrscheibe 4 gebracht wird.

Im Inneren des Gehäuseringes 12 ist beim Ausführungsbeispiel gemäß den Figuren 6 und 7 ein Anschlagring 12 angeordnet, aus dessen vorderer Stirnfläche ein oder mehrere Kontaktstifte 12a herausragen, deren Vorderfläche in einem vorgegebenen Abstand a zur Rohrscheibe 4 liegt. Beim Ausführungsbeispiel entspricht dieser Abstand a zugleich der durch das Aufwärmen des Rohres 5 zu erzeugenden Längendifferenz, die nach dem Befestigen und späteren Abkühlen des Rohres 5 wiederum für das Entstehen einer Vorspannung in dem zwischen den Rohrscheiben 3 und 4 eingeschweißten Rohr 5 verantwortlich ist.

Sobald das Rohr 5 durch Erwärmen mittels der Wärmepatrone 9 um den gewünschten Betrag verlängert worden ist, gelangt die aus der Rohrscheibe 4 austretende Stirnfläche des Rohres 5 gemäß Fig.7 zur Anlage an den Kontaktstiften 12a. Diese Kontaktstifte 12a sind als Teil eines Schalters 13 ausgeführt, der ein Ventil 14 betätigt, das in der Druckmittelleitung 15 angeordnet ist, die von einer Druckmittelquelle 16 zur Aufweitsonde 6 verläuft. In der Aufweitsonde 6 mündet die Druckmittelleitung 15 in dem hinsichtlich seiner axialen Erstreckung durch die Dichtringe 10 gebildeten Ringraum 17. Im Bereich dieses Ringraumes 17 wird das Rohr 5 aufgeweitet und an die Bohrung bzw. Vertiefung 8 der Rohrscheibe 4 gedrückt, sobald das Ventil 14 geöffnet worden ist.

Die Fig.7 zeigt das Ende des Rohres 5 während des hydraulischen Aufweitens, nachdem der entsprechende Rohrabschnitt

bereits an die Bohrung bzw. Vertiefung 8 der Rohrscheibe 4 angepreßt worden ist. Sobald sich innerhalb des Ringraumes 17 ein voreingestellter Druckwert eingestellt hat und dieser über eine bestimmte Zeit aufrechterhalten worden ist, wird
5 der Druck abgebaut und die Aufweitsonde 6 aus dem Rohr 5 herausgezogen. Danach wird das über die Rohrscheibe 4 hinausragende Ende des Rohres 5 mittels einer Schweißnaht 18 mit der Rohrscheibe 4 verschweißt.

10 Durch die aufgrund des Abstandes a voreinstellbare Längendifferenz zwischen dem kalten und dem mittels der Wärmepatrone 9 aufgewärmten Rohr 5 und die selbsttätige Einleitung des hydraulischen Aufweitvorganges bei Erreichen dieser
15 Längendifferenz wird das Rohr um einen vorgegebenen Betrag aus der Rohrscheibe 4 herausgeschoben, bevor es mit dieser Rohrscheibe 4 einerseits durch Aufweiten und andererseits durch Verschweißen verbunden wird. Beim anschließenden Abkühlen des Rohres 5 treten Zugspannungen in diesem Rohr 5 auf, die unter Berücksichtigung der Verformungen der im Ge-
20 häuse 2 eingeschweißten Rohrscheiben 3 und 4 den gewünschten Spannungszustand in den Rohren 5 zur Folge haben. Hierbei kann es durchaus gewollt sein, daß in unterschiedlichen Rohren 5 unterschiedliche Spannungen herrschen. Es ist demzufolge möglich, verschiedene Rohre 5 unterschiedlich weit aus
25 der Rohrscheibe 4 durch Aufwärmen herauszuschieben, bevor sie an der Rohrscheibe 4 befestigt werden. Zu diesem Zweck kann der Anschlagring 12 innerhalb des Gehäuseringes 11 verstellbar oder gegen einen anderen Anschlagring 12 auswechselbar sein, der einen anderen Abstand a zur Stirnfläche der Rohrscheibe 4 einhält.
30

In den Figuren 9 und 10 sind zwei weitere Ausführungsmöglichkeiten für den Schalter 13 zur Steuerung des Ventils 14 dargestellt. Während bei der Ausführungsform nach den Figuren 6

und 7 die Kontaktstifte 12a in dem elektrisch nicht leitenden Anschlagring 12 so in den Stromkreislauf des Schalters 13 eingebaut sind, daß sie bei einer Berührung durch die Stirnkante des sich ausdehnenden Rohres 5 eine Betätigung des Schalters 13 zur Folge haben, verwendet die Ausführungsform nach Fig.9 anstelle eines Anschlagringes 12 mit Kontaktstiften 12a einen am Gehäusering 11 schwenkbar gelagerten Schalthebel 20, der mit einem Kontakt 19 des Schalters 13 zusammenwirkt. Normalerweise ist der durch die Feder 20a belastete Schalthebel 20 vom Kontakt 19 abgehoben. Wird der Schalthebel 20 dagegen von der sich ausdehnenden Stirnkante des Rohres 5 gemäß Fig.9 im Uhrzeigersinn verschwenkt, kommt er zur Anlage am Kontakt 19, sobald das Rohr 5 sich um das Maß a ausgedehnt hat, wie dies in Fig.9 dargestellt ist. In diesem Moment bewirkt der Schalter 13 ein Öffnen des Ventils 14, wie dies voranstehend bezüglich des ersten Ausführungsbeispiels beschrieben worden ist.

Bei der dritten Ausführungsform nach Fig.10 wird der Schaltvorgang durch eine im Gehäusering 11 angeordnete Induktionsspule 21 ausgelöst. Beim Ausführungsbeispiel befindet sich innerhalb der Induktionsspule 21, die über einen Verstärker 22 an den Schalter 13 angeschlossen ist, ein Magnetring 23, der durch die Stirnkante des sich ausdehnenden Rohres 5 verschoben wird und ein durch den Verstärker 22 verstärktes Steuersignal an das Ventil 14 abgibt, sobald die Stirnkante des Rohres 5 um den Betrag a aus der Stirnfläche der Rohrscheibe 4 herausgetreten ist. Diese Ausführungsmöglichkeit kann auch zu einer berührungslosen Kontaktgabe herangezogen werden, wenn anstelle des Magnetringes 23 der aus der Rohrscheibe 2 heraustretende Teil des Rohres 5 zur Auslösung des von der Induktionsspule 21 abzugebenden Signals herangezogen wird.



Die drei Ausführungsbeispiele zeigen somit eine Ausführungsform, bei der das sich ausdehnende Rohr unmittelbar in den Stromkreis des Schalters 13 einbezogen ist (Figuren 6 und 7). Beim zweiten Ausführungsbeispiel nach Fig.9 wird auf mechanischem Wege der Schaltkontakt erzeugt. Das Ausführungsbeispiel nach Fig.10 zeigt einen berührungslosen Schalter, der ebenso gut eine Photozelle sein könnte, die auf die sich ausdehnende Stirnkante des Rohres 5 reagiert.

Bezugsziffernliste:

	a	Abstand
	1	Wärmetauscher
	2	Gehäuse
	3	Rohrscheibe
5	4	Rohrscheibe
	5	Rohr
	6	Aufweitsonde
	6a	zylindrischer Sondenkörper
	7	Schweißnaht
10	8	Vertiefung
	9	Wärmepatrone
	10	Dichtring
	11	Gehäusering
	11a	Stirnfläche
15	12	Anschlagring
	12a	Kontaktstift
	13	Schalter
	14	Ventil
	15	Druckmittelleitung
20	16	Druckmittelquelle
	17	Ringraum
	18	Schweißnaht
	19	Kontakt
	20	Schalthebel
25	20a	Feder
	21	Induktionsspule
	22	Verstärker
	23	Magnetring



P a t e n t a n s p r ü c h e :

1. Verfahren zur druckdichten Befestigung von geraden Rohren
zwischen zwei Rohrscheiben, insbesondere bei der Herstel-
lung von Wärmetauschern, bei dem die Rohre mit Spiel in
Bohrungen der Rohrscheiben eingesetzt, mindestens an einem
5 Ende durch ein Druckmittel hydraulisch aufgeweitet und
hiermit an die Rohrscheibe angepreßt und im Stirnkantenbe-
reich an der jeweiligen Rohrscheibe befestigt, insbe-
sondere angeschweißt werden und bei dem Maßnahmen ge-
troffen werden, um in den zwischen den Rohrscheiben be-
10 festigten Rohren einen vorgegebenen, den späteren Be-
triebszustand berücksichtigenden Spannungszustand zu er-
zeugen,
d a d u r c h g e k e n n z e i c h n e t ,
daß zuerst ein Ende jedes Rohres in der entsprechenden
15 Bohrung der einen Rohrscheibe befestigt wird,
daß anschließend jedes Rohr entsprechend der in ihm zu er-
zeugenden Vorspannung erwärmt und mit einer sich aus der
Erwärmung ergebenden Teillänge mit dem unbefestigten Ende
aus der anderen Rohrscheibe herausgeschoben wird,
20 und daß bei Erreichen der vorausbestimmten Längendifferenz
zwischen dem kalten und dem aufgewärmten Zustand des
Rohres das andere Ende des Rohres im Bereich seines inner-
halb der anderen Rohrscheibe liegenden Abschnittes hydrau-
lisch aufgeweitet und anschließend an seinem aus der Rohr-
25 scheibe hervorstehenden Endbereich mit der Rohrscheibe
verschweißt wird.
2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß im
Bereich der Bohrungen in den Rohrscheiben Vertiefungen
30 ausgebildet sind.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet,

daß die Rohre durch Einführen einer Wärmepatrone in das bereits an der einen Rohrscheibe befestigte Ende erwärmt werden.

- 5 4. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die sich aus der Erwärmung der Rohre ergebende Ausdehnung als Steuersignal für den hydraulischen Aufweitvorgang herangezogen wird.
- 10 5. Verfahren nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Rohre mindestens an einer Rohrscheibe unter Zwischenfügen einer einen Überstand des Rohres über die Rohrscheibe umgebenden zusätzlichen Rohrhülse mit der Rohrscheibe verschweißt werden.
- 15
6. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens nach mindestens einem der Ansprüche 1 bis 5 mit einer in das jeweils aufzuweitende Rohr einführbaren Aufweitsonde, die mittels mindestens zweier im Abstand voneinander am zylindrischen
- 20 Sondenkörper angeordneter Dichtringe mit dem aufzuweitenden Rohrabschnitt einen Ringraum bildet, der zum Aufweiten nach Öffnen eines Ventils mit von einer Druckmittelquelle geliefertem Druckmittel beaufschlagbar ist, dadurch gekennzeichnet,
- 25 daß an der Aufweitsonde (6) ein von der Stirnkante des sich aufgrund der Erwärmung ausdehnenden Rohres (5) betätigbarer Schalter (13) für das Ventil (14) zur Zufuhr von Druckmittel zum Ringraum (17) angeordnet ist.
- 30 7. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß der Schalter (13) einen den zylindrischen Sondenkörper (6a) konzentrisch umgebenden Anschlagring (12) umfaßt.
8. Vorrichtung nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, daß



der in Achsrichtung der Aufweitsonde (6) verlaufende Abstand (a) des Anschlagringes (12) zur Rohrscheibe (4) bzw. zur Stirnkante des aufzuweitenden, kalten Rohres (5) einstellbar ist.

5

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (a) durch Auswechseln unterschiedlicher Anschlagringe (12) einstellbar ist.

10 10. Vorrichtung nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Abstand (a) durch Verstellen des Anschlagringes (12) relativ zur Anschlagfläche eines den zylindrischen Sondenkörper (6a) umgebenden Gehäuses einstellbar ist.

15 11. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 6 bis 10, dadurch gekennzeichnet, daß die Anschlagfläche (11a) der Aufweitsonde (6) an der Rohrscheibe (4) durch einen in axialer Richtung des zylindrischen Sondenkörpers (6a) verstellbaren Gehäusering (11) gebildet ist, in dessen Innerem der
20 Anschlagring (12) des Schalters (13) angeordnet ist.

1/4

Fig.1

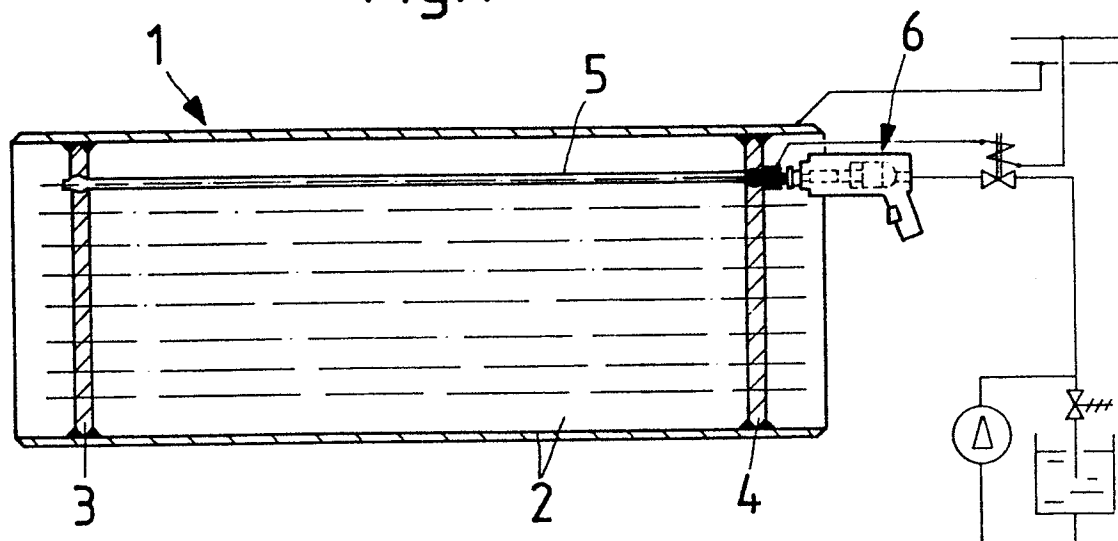


Fig. 2

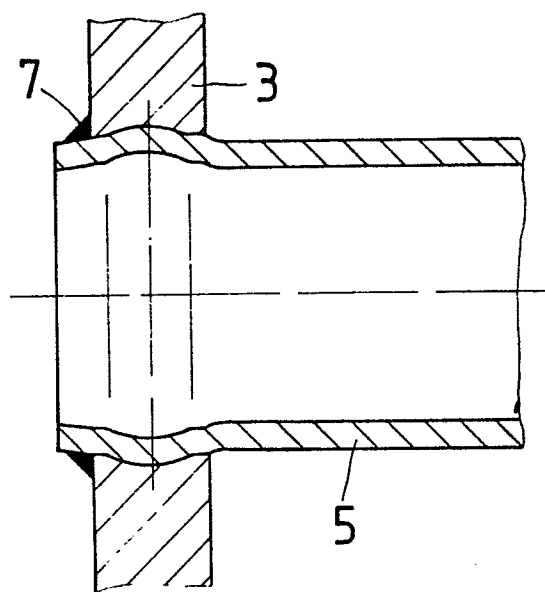


Fig. 3

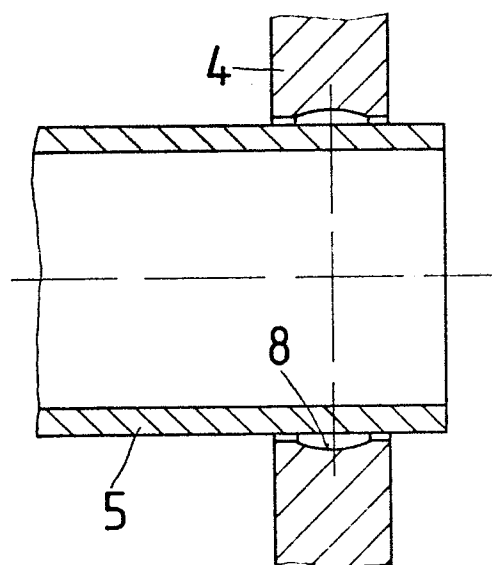


Fig. 4

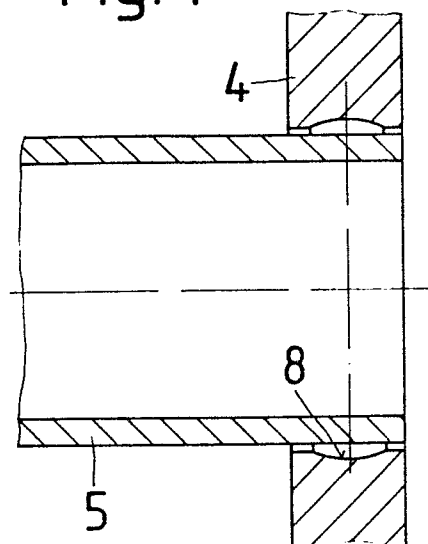


Fig.5

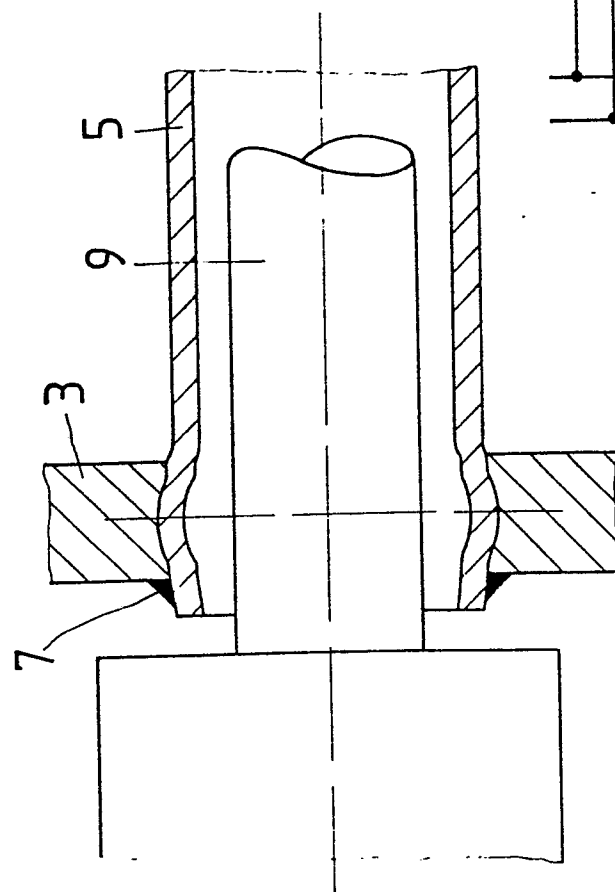
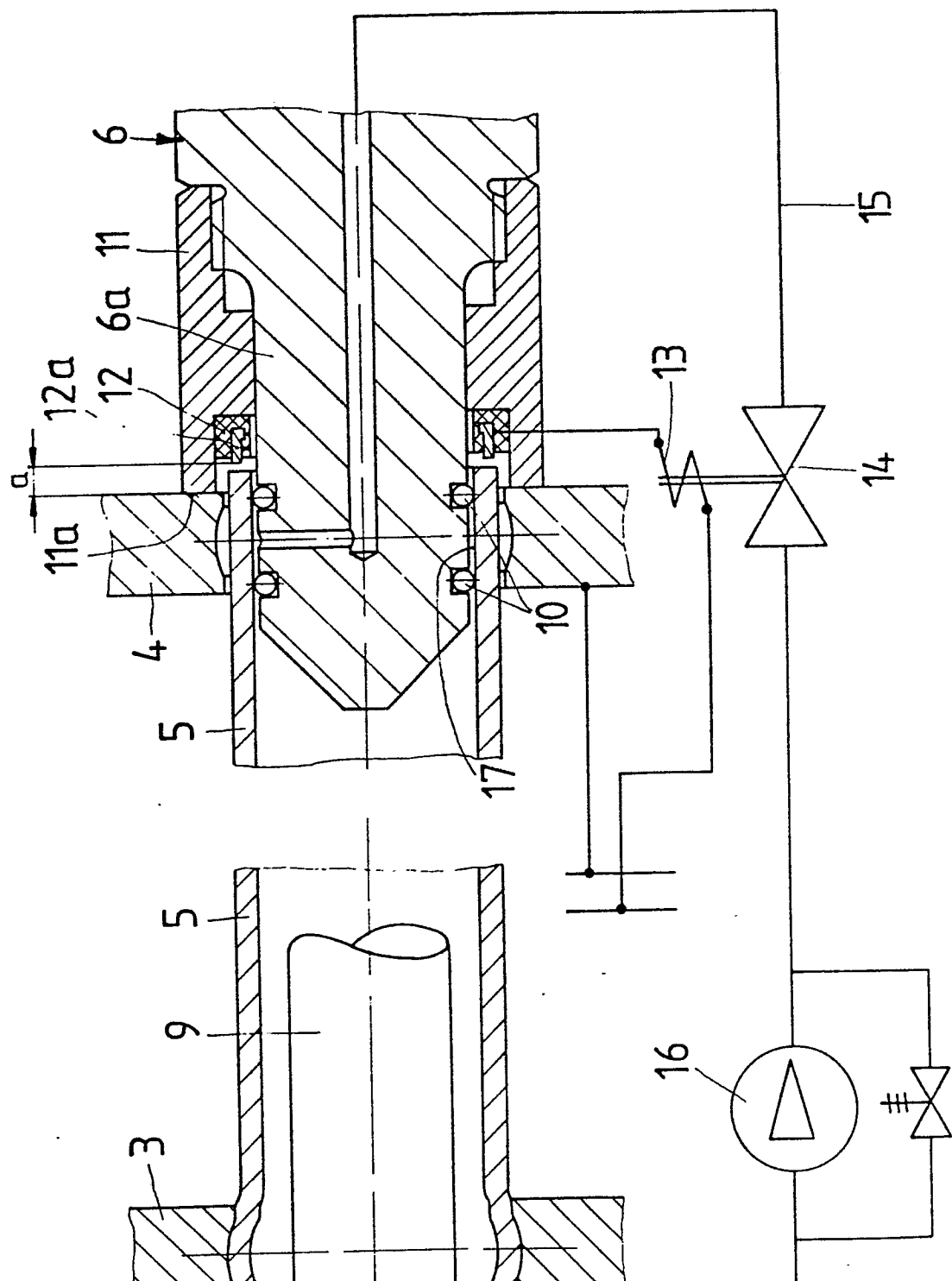


Fig. 6



3/4

Fig.7

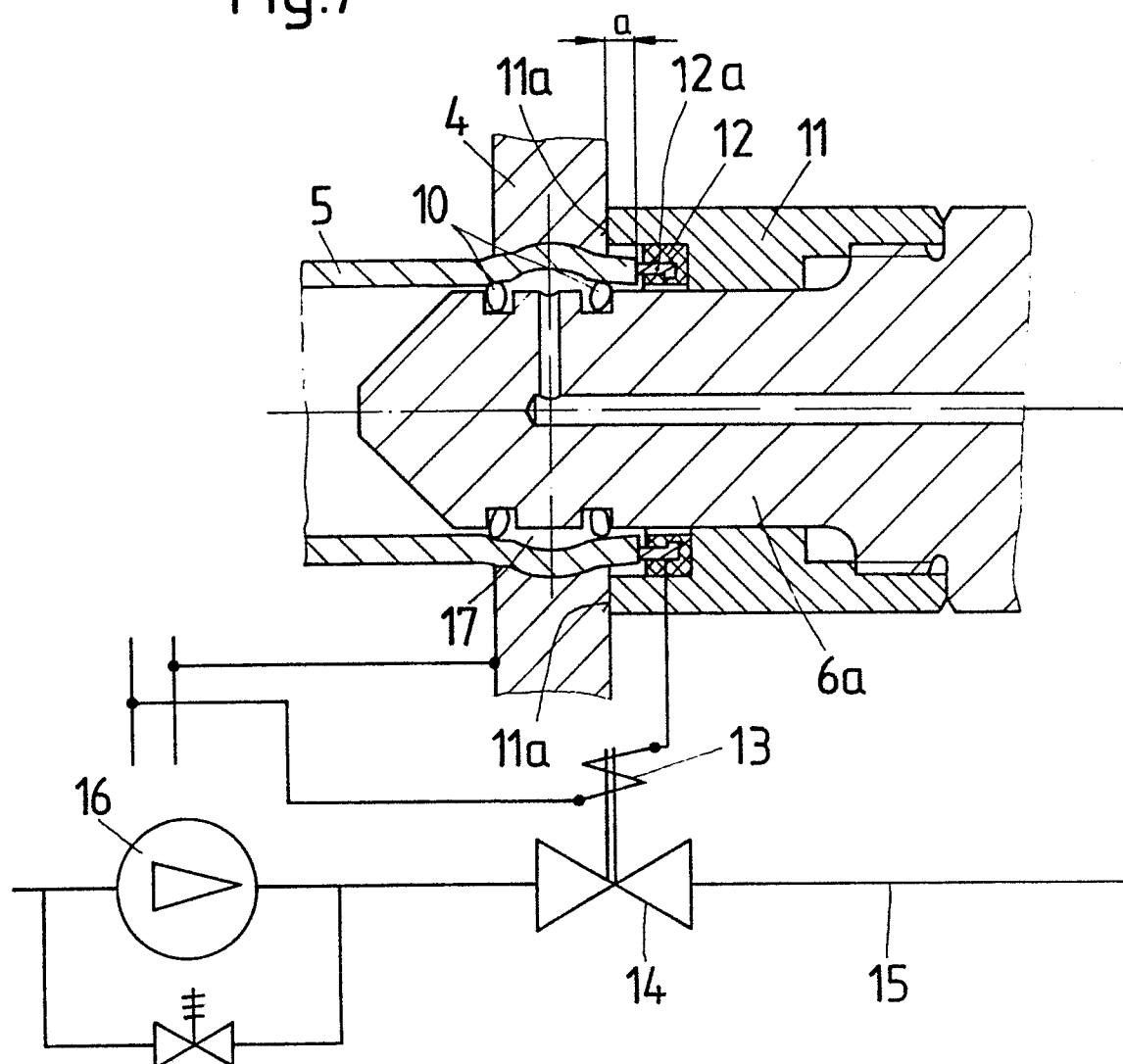
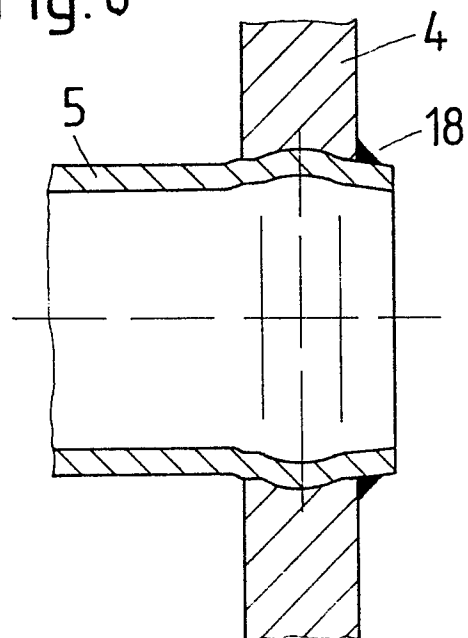


Fig. 8



4/4

Fig. 9

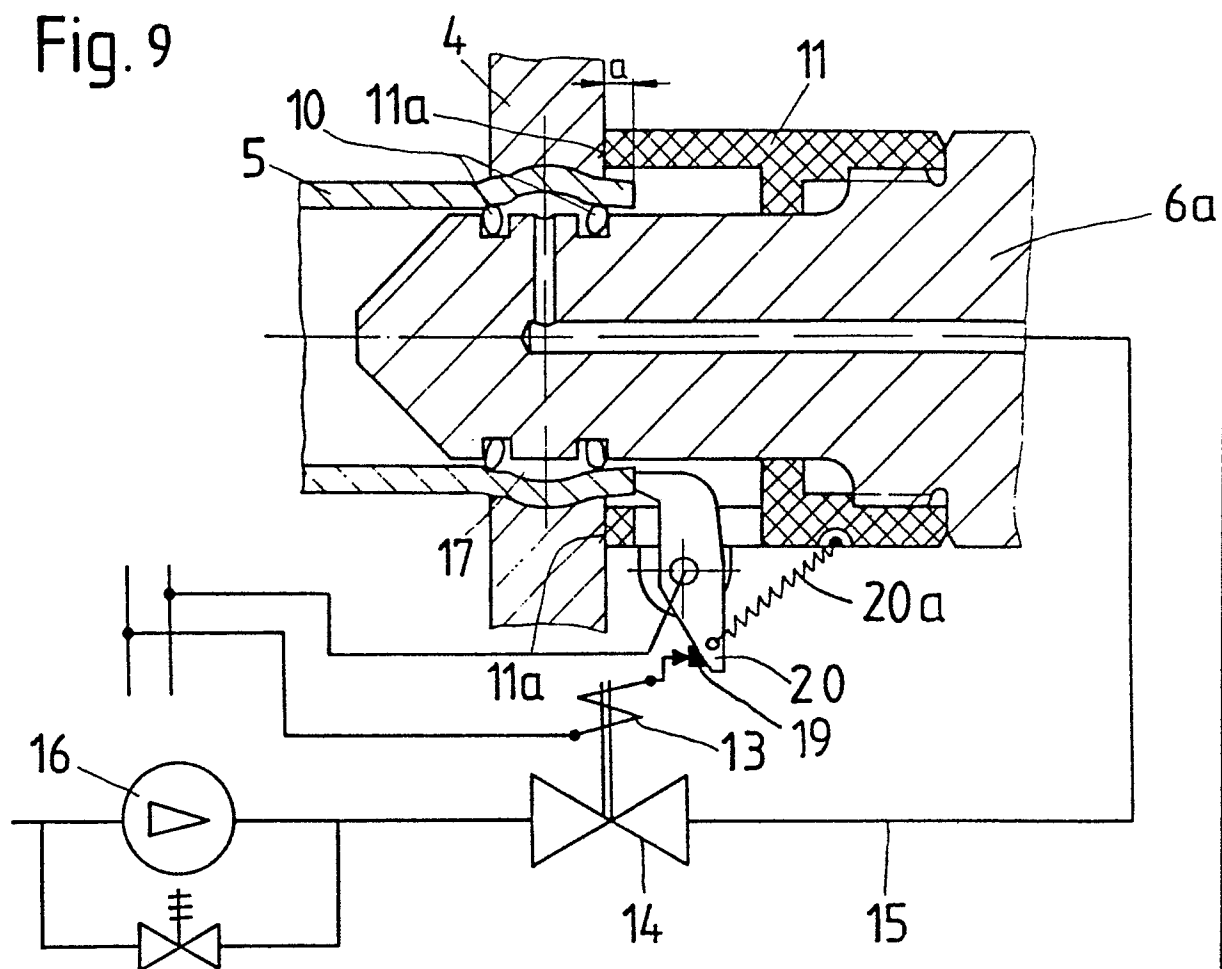
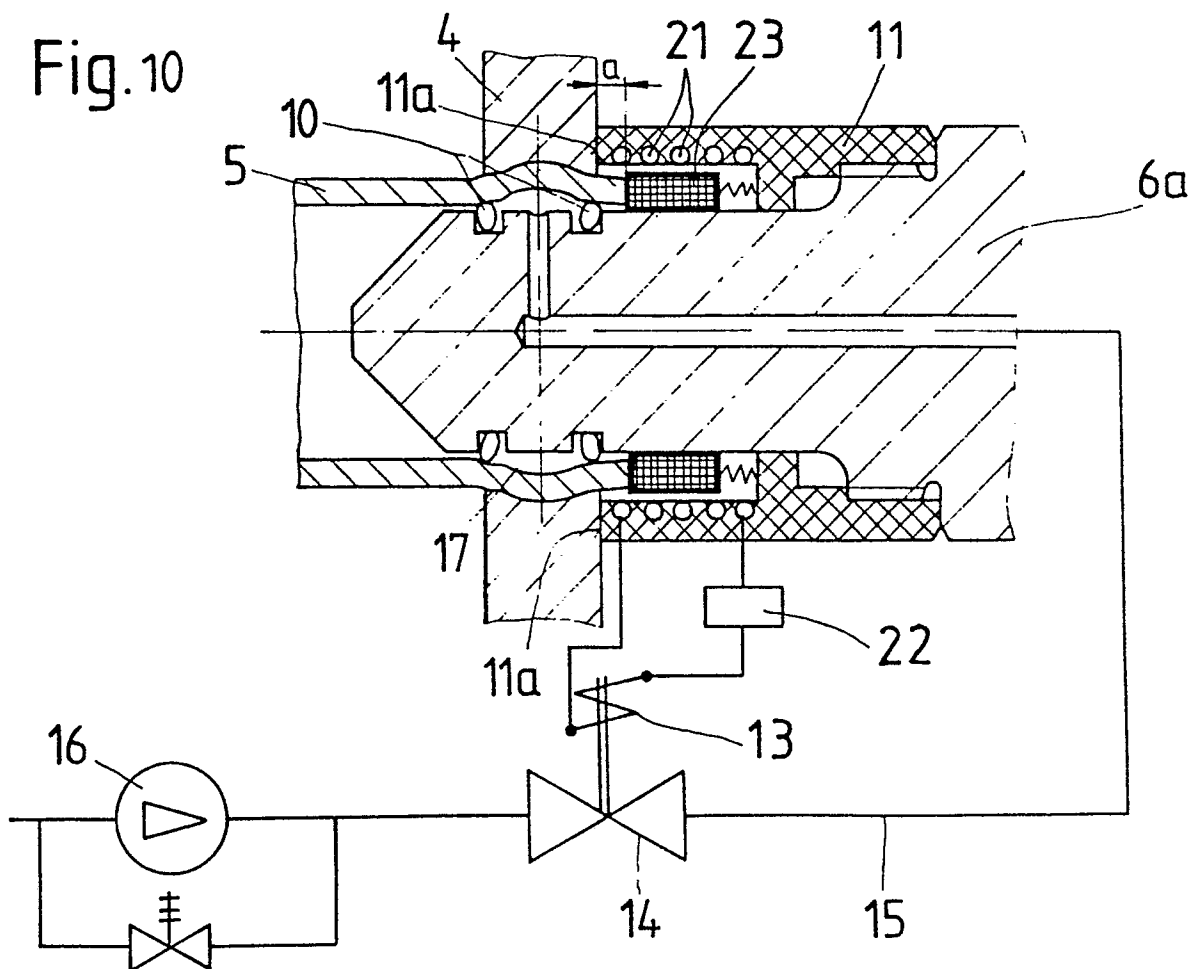


Fig. 10





EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 4)
D, A	DE-C-2 456 811 (BALCKE-DÜRR) * Anspruch 1; Figur 2 *	1	B 21 D 39/06 B 21 D 53/02
A	--- EP-A-0 045 597 (HASKEL) * Figuren 1, 3; Ansprüchen 1, 4 *	1	
A	--- US-A-3 153 843 (HINDE) * Figuren 1, 5, 6; Anspruch 1 *	1	
A	--- CH-A- 285 210 (METALLSCHLAUCHFABRIK) * Anspruch 1 *	1, 2	

Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 4)
			B 21 D 39/00 B 21 D 53/00
Recherchenort BERLIN		Abschlußdatum der Recherche 26-06-1987	Prüfer SCHLAITZ J
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 andern Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			