

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 922 510 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.06.1999 Patentblatt 1999/24

(51) Int. Cl.⁶: **B21D 39/20**, B21D 39/06

(21) Anmeldenummer: 97810965.0

(22) Anmeldetag: 10.12.1997

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU MC
NL PT SE**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder:
• **Blangetti, Francisco, Dr.**
5400 Baden (CH)
• **Fuchs, Harald**
79787 Lauchringen (DE)

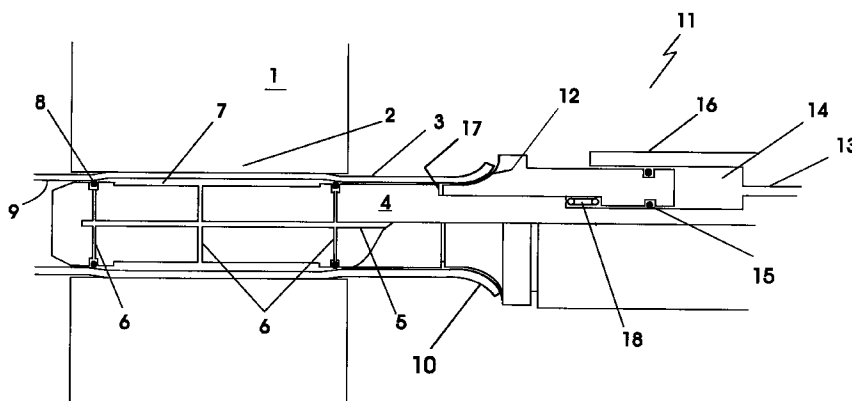
(71) Anmelder: **Asea Brown Boveri AG**
5401 Baden (CH)

(74) Vertreter: **Klein, Ernest et al**
Asea Brown Boveri AG
Immaterialgüterrecht (TEI)
Haselstrasse 16/699 I
5401 Baden (CH)

(54) Verfahren und Vorrichtung zur Fertigung eines Rohres in einem Rohrboden

(57) In einem hydraulischen Verfahren werden Rohre (3) eines Wärmeübertragers in Rohrböden (1) eingewalzt und im gleichen Arbeitsgang mit derselben Vorrichtung gerundete Rohreinlaufstücke aus demselben Rohr (3) gebildet. Hierzu werden die Rohre (3) in die Bohrungen (2) eines Rohrbodens (1) eingeführt und mit einer Überlänge abgeschnitten. Das Rohr (3) wird mittels einer Aufweitmaschine über die gesamte Tiefe der Bohrung (2) aufgeweitet, sodass das Rohr (3) an der Innenwand der Bohrung (2) haftet. Zugleich wird das herausragende Rohrende (10) mittels einer weiteren hydraulischen Formvorrichtung (11) mit einer

geschwungenen Form (12) am Dorn (4) der Aufweitmaschine in Richtung Rohrboden (1) gedrückt bis das Rohrende (10) eine Trompetenform erreicht. Der Vorteil des Verfahrens liegt in einer Verkürzung der Arbeitszeit mit einer Vorrichtung, die sowohl Aufweitung und Bildung des Rohreinlaufstückes hydraulisch vollführt. Indem das Rohreinlaufstück aus demselben Rohr (3) gefertigt wird, entsteht keine Nahtstelle zwischen Rohr (3) und Rohreinlaufstück, wodurch eine Strömungsstörstelle vermieden wird.



Figur 2

EP 0 922 510 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Fertigung von Rohren eines Wärmeübertragers, insbesondere eines Vorwärmers in einem Kraftwerk, wobei die Rohre in einem Rohrboden hydraulisch eingewalzt und ein abgerundeter Rohreinlauf gebildet werden.

Stand der Technik

[0002] Bei Wärmeübertragern in Kraftwerken werden die mit Wasser durchflossenen Rohre mittels Einwalzungenstechniken in Rohrböden fixiert. Hierfür wird zunächst ein Rohr in eine Bohrung eines Rohrbodens plaziert und sodann der Dorn der Walzmaschine in das Rohr eingeführt, welcher das Rohr plastisch so aufweitet, dass dieses an Innenwand der Bohrung haftet. Durch die Einwalzung wird das Rohr in der Regel durch die Haftkräfte zwischen der Bohrungswand und der Rohraussenwand fixiert und abgedichtet. Die Dichtheit der Verbindung zwischen Rohr und Rohrboden wird durch Schweissen verbessert, wobei die Schweissnaht lediglich als Dichtnaht dient und zu den Haftkräften nicht beiträgt. Man unterscheidet heute zwischen mechanischer und hydraulischer Einwalztechnik. Die mechanische Einwalzung erstreckt sich dabei typischerweise über eine Tiefe von 20 bis 30 mm, welche zumeist kleiner ist als die des Rohrbodens. Ein Einwalzen über die gesamte Rohrbodentiefe ist mit dieser Methode zwar möglich, erweist sich jedoch als zeitaufwendig und bei den einen Rohrmaterialien als schwierig. Die hydraulische Walzmethode, wie sie zum Beispiel von der Firma Tecotube expanders company in Wuppertal, DE durchgeführt wird, verwendet anstelle der mechanischen Aufweitung des Rohres eine hydraulische Aufweitung. Diese erlaubt, unabhängig vom Rohrmaterial, eine problemlose Aufweitung und die Befestigung des Rohres über die gesamte Rohrbodentiefe, wodurch die resultierende Festigkeit der Verbindung erhöht ist. Ferner erlaubt die hydraulische Aufweitung über die gesamte Rohrbodentiefe die Verwendung von dünneren und kostengünstigeren Rohrböden, da durch eine solche Aufweitung die Rohrwanddicke als tragender Teil im Rohrboden berücksichtigt werden kann.

[0003] Bei Vorwärmern in Kraftwerken, insbesondere bei Hochdruckvorwärmern, ereignen sich relativ häufig Schäden durch Erosion am Rohreinlauf. Solche Schäden werden erfolgreich durch sogenannte Inserts (Einschübe) behoben. Diese Inserts, wie beispielsweise in der Britischen Patentschrift 1,141,239 beschrieben, sind trompetenförmige Gebilde, die am Rohreinlauf durch Rohraufweitung fixiert werden und über die Fläche des Rohrbodens leicht hinausragen. Die Trompetenform des Einlaufstückes des Rohres ist auch unter

dem Begriff "bellmouth inlet" bekannt. Die runde Form der Inserts begünstigt den Strömungseinlauf, indem die radialen Geschwindigkeitgradienten am Übergang von der Wasserkammer zum Rohr sowie die Scherkräfte an der Rohrwand reduziert werden. Die Widerstandswerte des Strömungseinlaufs bei einem derartigen Rohreinlauf sind zum Beispiel in I.E. Idelchick, Handbook of Hydraulic Resistance, S. 126, 2. Edition, Springer Verlag (1986) diskutiert. Ein niedriger Widerstandswert bewirkt einerseits eine Reduzierung des Einlaufdruckverlusts, andererseits eine Schonung der Oxidschicht des Rohres und eine allgemeine Reduktion der Erosion und Korrosion des Rohres. Zusätzlich sind die Rohreinlaufstücke jeweils aus erosions- und korrosionsresistenten Werkstoffen gefertigt.

Die Inserts erbringen ferner den Vorteil, indem sie um ein Mehrfaches des Rohraussendurchmessers über die Rohrbodenfläche herausragen und sich im Bereich des Einlaufes ein "Wasserpelster" bildet, das eine Erosion des Rohrbodens stark vermindert.

Nachteilig bei solchen Inserts ist jedoch, dass sich infolge der Einwalzung im Bereich der Einwalzstelle an der Nahtstelle zwischen Insert und Rohr eine Strömungsturbulenz bildet, welche das Risiko von Spaltrissen und an diesen sich bildender Korrosion erhöht. Letztlich werden durch die nachträgliche Befestigung von Inserts zusätzliche Kosten verursacht.

Darstellung der Erfindung

[0004] Es ist die Aufgabe der Erfindung, ein Verfahren und eine Vorrichtung zur Fertigung von hydraulisch eingewalzten Rohren in Rohrböden mit einem gerundeten Einlaufrohrstück zu schaffen, bei der das Einwalzen des Rohres in den Rohrboden und die Herstellung des Rohreinlaufstückes in einem verkürzten und deshalb kostengünstigeren Arbeitsgang vollführt wird und durch die Strömungsturbulenzen vermieden und das Risiko von Spaltrisskorrosion minimiert wird.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss durch ein hydraulisches Einwalzverfahren für Rohre in Rohrböden eines Wärmeübertragers gelöst, bei dem die hydraulische Aufweitung der Rohre und die Bildung von Rohreinlaufstücken aus den Rohren selbst in einen einzigen Arbeitsgang zusammengefasst werden. Hierzu werden zunächst die Rohre eines Wärmeübertragers durch die Bohrungen eines Rohrbodens geführt und am Einflusende mit einer Überlänge abgeschnitten, die ein Mehrfaches des Aussendurchmessers eines Rohres beträgt. Zwecks der hydraulischen Aufweitung eines Rohres wird sodann der Dorn einer hydraulischen Aufweitmaschine in die gesamte Tiefe des Rohrbodens eingeführt. Durch Abgabe eines hydraulischen Drucks wird das Rohr aufgeweitet bis es an der gesamten Innenwand der Bohrung haftet. Zugleich wird das Rohrende, der Bördelkopf des Rohres, hydraulisch in Richtung Rohrboden gedrückt bis das Rohrende eine vorbestimmte gerundete Form erreicht.

[0005] Ein erster Vorteil des Verfahrens liegt darin, dass die Aufweitung sowie die Bildung des Einlaufstücks in einer kurzen Arbeitszeit und daher kostengünstig durchgeführt wird. Die für das gesamte Verfahren notwendige Zeit beträgt nur 8-10 Sekunden, was darauf zurückzuführen ist, dass das Verfahren rein hydraulisch ohne weitere Materialstücke durchgeführt wird und ein Zurückfräsen der Rohrenden sowie das Einführen und Befestigen von separaten Inserts entfällt. Ein zweiter Vorteil liegt in der Verwendung desselben Rohres für die Herstellung des Rohreinlaufstückes. Einerseits ist kein zusätzliches, vorgefertigtes Rohreinlaufstück notwendig, andererseits ergibt sich keine Naht und daher keine Strömungstolperstelle, welche sorgfältig abgerundet werden müsste. Durch die vollständige Vermeidung einer Nahtstelle zwischen Rohreinlaufstück und Rohr ist das Risiko von Spaltrissen und daraus resultierender Korrosion ebenfalls vermieden.

[0006] Die Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens besteht aus einer Vorrichtung zur hydraulischen Aufweitung eines Rohres mit einem Dorn, welcher in das Rohr eingeführt wird und der einen abdichtbaren Druckraum und mehrere Kanäle zum Einfüllen einer Druckflüssigkeit aufweist. Insbesondere weist die Vorrichtung eine weitere Formvorrichtung auf, die vom Dornende etwas zurückversetzt und ausserhalb des Rohrendes angeordnet ist und äusserlich die zu bildende gerundete Form des Rohreinlaufstückes besitzt. Die Formvorrichtung enthält wiederum einen abdichtbaren Druckraum mit einem Auffüllkanal für die Druckflüssigkeit, durch welche die Formvorrichtung bewegt und das Rohrende in die vorbestimmte Form gedrückt wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0007] Es zeigen:

Figur 1: Eine Vorrichtung im Querschnitt zur Aufweitung eines Rohres und Bildung des Rohreinlaufs mit dem ungefertigten Rohr.

Figur 2: Dieselbe Vorrichtung mit dem fertig eingewalzten Rohr und abgerundetem, trompetenförmigen Rohreinlauf.

Weg der Ausführung der Erfindung

[0008] Das Verfahren zur Fertigung des Rohres in einem Rohrboden wird anhand der folgenden Vorrichtung beschrieben.

In der Figur 1 ist ein Rohrboden 1 gezeigt mit einer Bohrung 2, in die ein Rohr 3 geführt ist. Die Vorrichtung zur Fertigung des Rohres 3 weist einen Dorn 4 auf mit einem zentralen Auffüllkanal 5, der von einem nicht eingezeichneten Flüssigkeitsbehälter herführt, und drei Seitenkanälen 6 für die hydraulische Flüssigkeit. Der mittlere Seitenkanal 6 führt vom zentralen Kanal 5 in einen schmalen Hohlraum 7, der durch den Dorn 4 und die Innenwand des Rohres 3 begrenzt wird. Die beiden

äusseren Kanäle 6 führen je zu einem O-Ring 8, welche den Hohlraum 7 zwischen dem Dorn 4 und der Rohrrinnenwand 9 abdichten. Unmittelbar ausserhalb des Rohrendes 10 ist auf dem Dorn 4 eine Formvorrichtung 11 angeordnet, die auf dem Dorn 4 gleitet. Sie weist auf der dem Rohrende 10 zugewandten Seite eine geschwungene Form 12 auf, welche jene Form besitzt, die für die Innenseite des Rohreinlaufs gewünscht ist. Ein Kanal 13 führt vom einem nicht eingezeichneten Flüssigkeitsbehälter zu einem Hohlraum 14 für die hydraulische Flüssigkeit. Der Hohlraum 13 wird wiederum durch O-Ringe 15 und ein umgebendes Gehäuse 16 luftdicht abgeschlossen. Der Dorn 4 weist ferner einen Anschlag 17 auf, welche die freie Bewegung der Formvorrichtung 11 in Richtung des Rohrbodens 1 begrenzt. Eine Rückstellfeder 18 ist zwischen einem weiteren Anschlag 19 und den O-Ringen 15 angeordnet und bestimmt in ihrem entspannten Zustand die Ruheposition der Formvorrichtung 11.

Im Verfahren zur Befestigung des Rohres 3 in der Bohrung 2 und zur Fertigung des Rohreinlaufs wird zuerst das Rohr 3 durch die Bohrung 2 so weit hindurch geführt, dass ein Rohrstück über die Fläche 20 des Rohrbodens 1 hinausragt. Das Rohr wird sodann mit einer Überlänge vom zwei- bis vierfachen Rohraussendurchmessers abgeschnitten. Der Dorn 4 der Aufweitungsvorrichtung wird in die gesamte Tiefe des Rohrbodens 1 eingeführt. Zur hydraulischen Aufweitung des Rohres 3 werden die Hohlräume des Systems mit Flüssigkeit gefüllt und unter Druck gesetzt, d.h. also der zentrale Kanal 5, die drei Seitenkanäle 6 und der Hohlraum 7, der durch den Dorn 4, die O-Ringe 8 und die Rohrrinnenwand begrenzt wird. Die O-Ringe 8 werden dabei gespreizt, sodass sie den Hohlraum 7 luftdicht abschliessen. Sobald das Rohr 3 aufgeweitet worden ist und in der Bohrung 2 haftet, erfolgt ein zweiter Druckaufbau im Hohlraum 14 der Formvorrichtung 11. Der Druck bewirkt eine Schiebung der Formvorrichtung 11 bis zum Anschlag 17, wobei der Bördelkopf, das Rohrende 10 in Richtung Rohrboden gedrückt wird. Das Rohrende erhält dabei die Trompetenform gemäss der geschwungenen Form 12. Nach Abklingen des hydraulischen Drucks kehrt die Formvorrichtung durch Wirkung der Rückstellfeder 18 wieder in ihre Ausgangsposition zurück. Figur 2 zeigt den vollendeten abgerundeten trompetenförmigen Rohreinlauf mit der Vorrichtung 11 am Anschlag 17. Der Arbeitsvorgang dauert insgesamt ca. 8-10 Sekunden.

Der Krümmungsradius der Trompetenform des gebildeten Rohreinlaufstückes beträgt vorzugsweise ca. zehn Prozent des Innendurchmessers des Rohres. Gemäss den Berechnungen von Idelchick führt eine solche Krümmung des Rohreinlaufs zu einem Widerstandswert für die Einlaufströmung, der ca. vier mal kleiner ist als der eines Rohres mit scharfen Kanten.

Nach Vollführung der Aufweitung des Rohres und Bildung der Trompetenform werden die Kanten jedes Rohreinlaufs in einer Nachbearbeitung entgratet, um

von den Kanten ausgehende Wirbelströme zu minimieren.

Bezugszeichenliste

[0009]

1	Rohrboden	
2	Bohrung	
3	Rohr	
4	Dorn	
5	zentraler Auffüllkanal	
6	Seitenkanal	
7	Hohlraum	
8	O-Ring	
9	Rohrinnenwand	
10	Rohrende	
11	Formvorrichtung	
12	geschwungene Form	
13	Kanal	
14	Hohlraum	
15	O-Ring	
16	Gehäuse	
17	Anschlag	
18	Rückstellfeder	
19	Anschlag	
20	Fläche	

Patentansprüche

1. Verfahren zur hydraulischen Aufweitung von Rohren (3) in Bohrungen (2) in Rohrböden (1) eines Wärmeübertragers mittels einer hydraulischen Vorrichtung und zur Fertigung von gerundeten Rohreinläufen
dadurch gekennzeichnet, dass die hydraulische Aufweitung der Rohre (3) und die Fertigung der gerundeten Rohreinläufe mittels derselben hydraulischen Vorrichtung in einem einzigen Arbeitsgang durchgeführt werden und die Rohreinläufe aus den Enden derselben Rohre (3) gebildet werden.
2. Verfahren nach Patentanspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Rohre (3) durch die Bohrungen (2) des Rohrbodens (1) geführt und an ihren Einflussenden mit einer Überlänge abgeschnitten und über die gesamte Tiefe der Bohrungen (2) hydraulisch aufgeweitet werden, und die gerundeten Rohreinläufe mittels derselben hydraulischen Vorrichtung aus den über den Rohrboden (1) herausragenden Rohrenden (10) derselben Rohre (3) gebildet werden.
3. Verfahren nach Patentanspruch 2, dadurch gekennzeichnet, dass nach Aufweitung der Rohre (3) über die gesamte
4. Vorrichtung zur Durchführung des Verfahrens flach Patentansprüchen 1 bis 3 mit einem Dorn (4) zum Einführen in das Rohr (3) und Kanälen (5, 6) zum Auffüllen einer Flüssigkeit zwecks hydraulischer Aufweitung des Rohres, wobei nach Einführen des Dorns (4) in das Rohr (3) zwischen Dorn (4) und Rohr (3) ein abdichtbarer Hohlraum (7) besteht, dadurch gekennzeichnet, dass die Vorrichtung zur hydraulischen Aufweitung des Rohres (3) eine weitere hydraulische Formvorrichtung (11) aufweist zur Bildung von abgerundeten Rohreinläufen, die am Dorn (4) der Vorrichtung ausserhalb des Rohrendes (10) angeordnet und auf diesem schiebbar ist, und die abdichtbare Hohlräume (14) und Kanäle (13) zum Auffüllen der Hohlräume (14) mit Flüssigkeit sowie auf der dem Rohrende (10) zugewandten Seite eine geschwungene Form (12) aufweist, die jener der Innenseite des zu bildenden Rohreinlaufs entspricht.
5. Vorrichtung nach Patentanspruch 4, dadurch gekennzeichnet, dass die geschwungene Form (12) einen Krümmungsradius aufweist, der mehr als vier Prozent des Innendurchmessers des Rohres (3) beträgt.

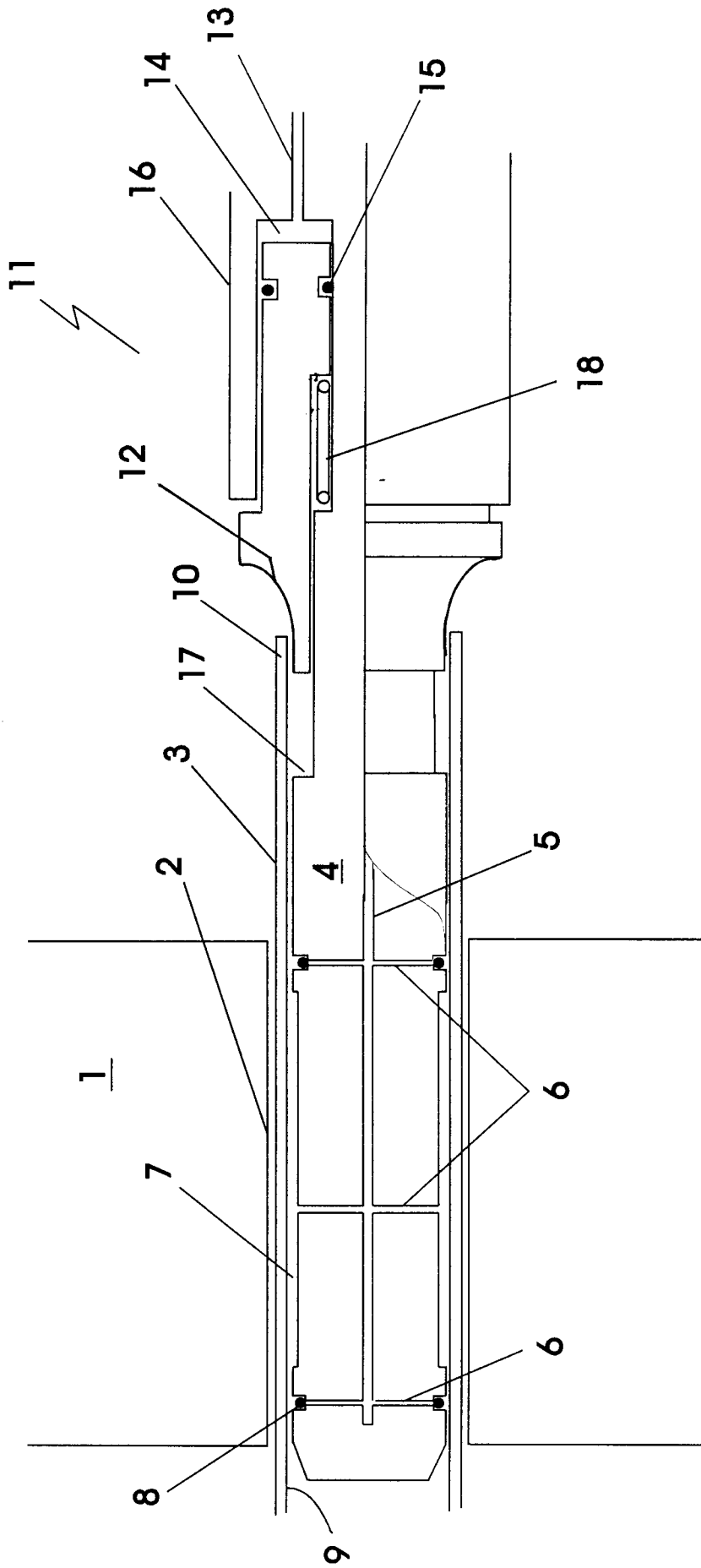


Figure 1

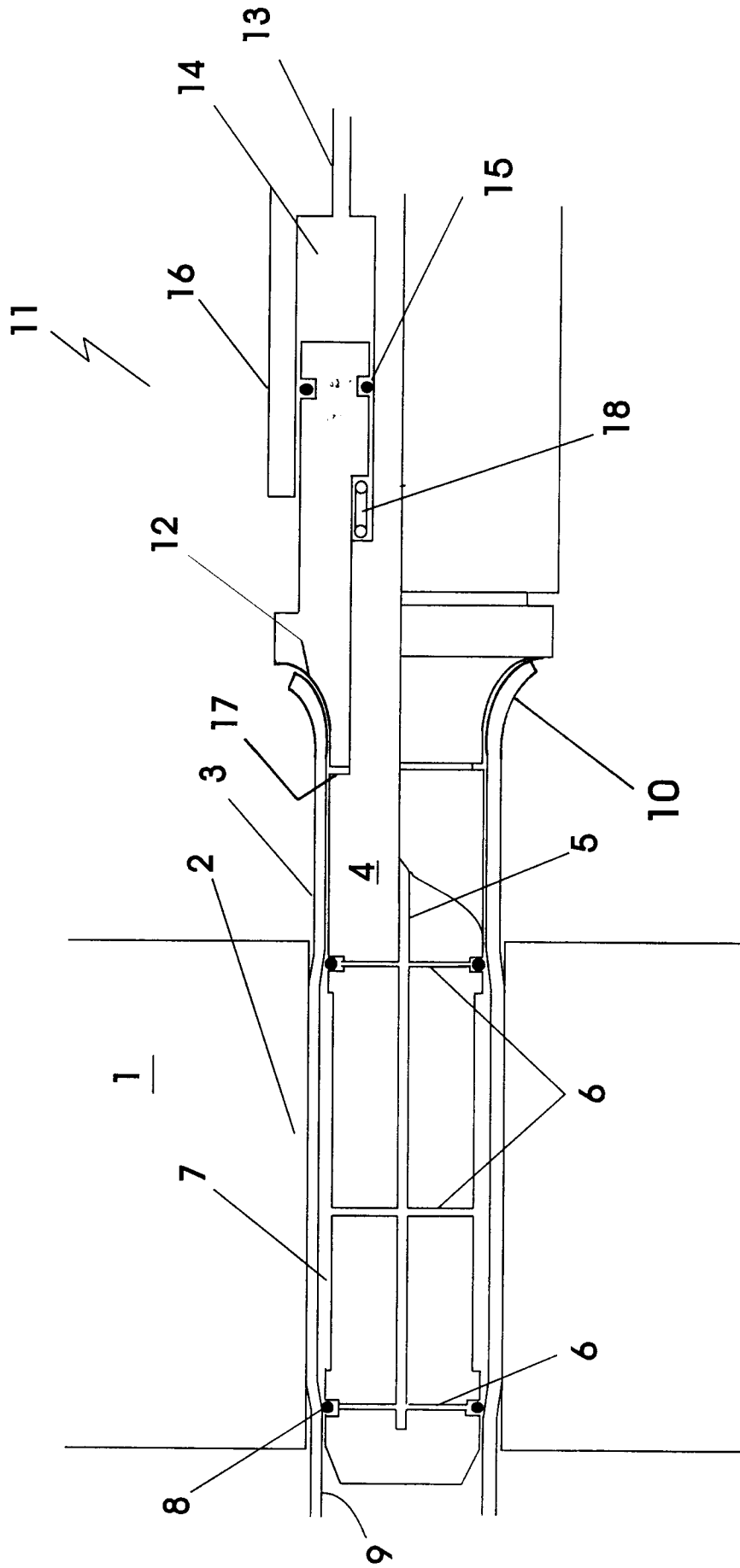


Figure 2



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 97 81 0965

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.6)
X	US 4 761 981 A (KELLY JOHN W) 9.August 1988	1,2	B21D39/20 B21D39/06
A	* das ganze Dokument * ---	4	
A	FR 1 527 073 A (DETREZ) 30.September 1968 * Abbildung 3 * ---		
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 008, 29.September 1995 -& JP 07 124671 A (HITACHI LTD), 16.Mai 1995, * Zusammenfassung * -----		
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.6) B21D
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 7.April 1998	Prüfer Ris, M
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 : nichtschriftliche Offenbarung P : Zwischenliteratur T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument			

EPO FORM 1503 03.82 (P4/C03)

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

EP 97 81 0965

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.

07-04-1998

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4761981	A	09-08-1988	KEINE	
FR 1527073	A	30-09-1968	KEINE	

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