



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



Veröffentlichungsnummer: **0 549 821 A1**

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: **91122092.9**

51 Int. Cl.⁵: **B24B 33/02**

22 Anmeldetag: **22.12.91**

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
07.07.93 Patentblatt 93/27

71 Anmelder: **Maschinenfabrik Gehring GmbH & Co.**
Gehringstrasse 28
W-7302 Ostfildern 2(DE)

84 Benannte Vertragsstaaten:
DE DK ES FR GB IT SE

72 Erfinder: **Wiederhold, Joachim**
Christallerweg 1
W-7060 Schorndorf(DE)

74 Vertreter: **Kerkhof, Marianne et al**
Menzelstrasse 40
W-7000 Stuttgart 1 (DE)

54 Verfahren zum Honen von Bohrungen und Honwerkzeug zur Durchführung des Verfahrens.

57 Das Verfahren dient zum Honen von zwei oder mehr fluchtenden Bohrungen, die innerhalb eines Werkstückes vorgesehen und miteinander verbunden sind. Werden solche Bohrungen mit einem einzigen Honwerkzeug gleichzeitig bearbeitet, so ergeben sich bei Verwendung entsprechend langer Honleisten Formungenaugigkeiten und bei Verwendung von zwei übereinander angeordneten Sätzen von Honleisten Maßungenaugigkeiten infolge unterschiedlichen Verschleißes. Diese Nachteile werden mit dem erfindungsgemäßen Verfahren vermieden, bei dem die Bohrungen (2 und 3) in aufeinanderfolgenden Arbeitsschritten gehont werden, wobei das Honwerkzeug (5) mit kurzen Honleisten (6) in einer Bohrung (2 oder 3) arbeitet und mit Führungsabschnitten (9; 10) in einer anderen Bohrung (3 oder 2) geführt ist.

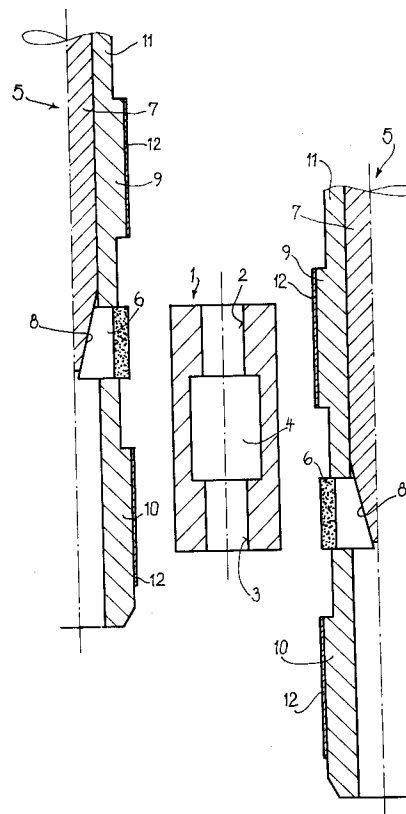


Fig. 1

EP 0 549 821 A1

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zum Honen von zwei oder mehr fluchtenden und innerhalb des Werkstückes verbundenen Bohrungen nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 1 und ein Honwerkzeug zur Durchführung des Verfahrens nach dem Oberbegriff des Patentanspruches 8.

Fluchtende Bohrungen innerhalb eines Werkstückes, insbesondere Doppelbohrungen, die beispielsweise durch einen Hohlraum innerhalb des Werkstückes verbunden sind, können in bekannter Weise mit einem Honwerkzeug bearbeitet werden, das eine oder mehrere sehr lange Honleisten aufweist, womit beide Bohrungen gleichzeitig gehont werden, wie es bei Einfachbohrungen üblich ist. Mit diesem Verfahren läßt sich keine hohen Anforderungen genügende Genauigkeit der Endmaße beider Bohrungen erreichen; insbesondere werden die einander gegenüberliegenden Enden der Doppelbohrung im Vergleich zu den übrigen Bohrungsmaßen aufgeweitet, und solche unerwünschten, sogenannten Vorweiten sind wegen der großen Länge der Honleisten und des entsprechend großen Hubes bei der Bearbeitung unvermeidlich.

Es ist auch bekannt, fluchtende Einzelbohrungen einer Doppelbohrung mit einem Honwerkzeug zu bearbeiten, das zwei übereinander angeordnete Sätze von Honleisten aufweist. Dieses Verfahren wird insbesondere dann angewendet, wenn die beiden Bohrungen unterschiedliche Durchmesser haben, also auch ihre Endmaße im Durchmesser unterschiedlich sein sollen. Bei dieser Bearbeitung tritt an den übereinander angeordneten Honleisten unterschiedlicher Verschleiß auf, so daß die geforderte Maß- und Formgenauigkeit beider Bohrungen in der Serienfertigung nicht erreicht wird.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, das Verfahren und das Honwerkzeug zur Bearbeitung von zwei oder mehr fluchtenden Bohrungen derart zu gestalten, daß sehr enge Toleranzen bezüglich der Maße und der Form an allen fertig bearbeiteten Bohrungen eingehalten werden können.

Die Aufgabe wird mit dem erfindungsgemäßen Verfahren nach dem Patentanspruch 1 und mit dem erfindungsgemäßen Honwerkzeug nach Patentanspruch 8 gelöst.

Die aufeinanderfolgende Bearbeitung der einzelnen Bohrungen von Doppel- oder Mehrfachbohrungen ermöglicht es, den Honvorgang an jede der Bohrungen individuell anzupassen, wobei die gleichzeitige Führung des Honwerkzeuges in einer anderen Bohrung eine zusätzliche Abstützung mit axialem Abstand von dem Arbeitsteil des Honwerkzeuges ergibt, was zur Genauigkeit der Endmaße der bearbeiteten Bohrung wesentlich beiträgt.

Die Bohrung, in der das Honwerkzeug während der Bearbeitung gleitend geführt wird, kann ein Hohlraum des Werkstückes sein, der zwei aufeinanderfolgende Bohrungen verbindet und beispiels-

weise als Bohrung mit größerer Weite als die zu bearbeitenden Bohrungen ausgeführt ist. Zweckmäßig wird jedoch das Honwerkzeug während der Bearbeitung der einen Bohrung in der im nächstfolgenden Arbeitsschritt zu bearbeitenden Bohrung geführt, wobei im nächsten Arbeitsschritt die fertiggestellte Bohrung als Führungsbohrung für das Honwerkzeug dienen kann.

Sollen zwei oder mehr fluchtende Bohrungen auf dasselbe Endmaß bearbeitet werden, so kann hierfür dasselbe Honwerkzeug verwendet werden, wobei dessen Hublage nach Beendigung des ersten Arbeitsschrittes entsprechend dem axialen Abstand der aufeinanderfolgenden Bohrungen verändert wird. Bei unterschiedlichen Endmaßen der zu bearbeitenden Bohrungen ist die Verwendung von zwei oder - der Anzahl der Bohrungen entsprechend - mehreren Honwerkzeugen zu empfehlen, wobei das jeweilige, für eine der Bohrungen bestimmte Honwerkzeug während der Bearbeitung in einer weiteren Bohrung, insbesondere in der von einem anderen Honwerkzeug zu bearbeitenden Bohrung geführt wird.

Das erfindungsgemäße Honwerkzeug hat am Umfang mindestens eine Honleiste und mindestens einen Führungsabschnitt, die axialen Abstand voneinander haben. Dabei ist der Führungsabschnitt zweckmäßig länger als die Honleiste. Er kann ein vom Werkzeugkörper gebildetes Führungsteil sein, das mit einem verschleißfesten Gleitbelag versehen ist; als Führungsabschnitt kann aber auch eine am Werkzeugkörper angeordnete, aus verschleißfestem Werkstoff bestehende Führungsleiste vorgesehen sein, die vorzugsweise radial zustellbar ist.

Aus den Ansprüchen ergeben sich weitere Merkmale der Erfindung. Im folgenden wird die Erfindung anhand zweier in den Zeichnungen dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert. Es zeigen

- 40 Fig. 1 im Axialschnitt ein Honwerkzeug in zwei verschiedenen, im linken und im rechten Teil der Zeichnung dargestellten Arbeitslagen in bezug auf ein Werkstück mit Doppelbohrung,
- 45 Fig. 2 im Axialschnitt zwei verschiedene, im linken bzw. im rechten Teil der Zeichnung dargestellte Honwerkzeuge in ihrer Arbeitslage in bezug auf ein Werkstück mit Doppelbohrung entsprechend Fig. 1.

Fig. 1 zeigt im mittleren Teil der Zeichnung schematisch im Axialschnitt ein Werkstück 1, das fluchtende Bohrungen 2 und 3 enthält, die gleichen Durchmesser haben und durch einen Hohlraum 4 verbunden sind, der beispielsweise als Bohrung ausgeführt ist, die einen größeren Durchmesser hat als die beiden Bohrungen 2 und 3.

Zur Bearbeitung dieser Doppelbohrung 2, 3 ist ein einziges Honwerkzeug 5 vorgesehen, das im linken Teil der Zeichnung in einer oberen Hublage und im rechten Teil der Zeichnung in einer unteren Hublage - jeweils im Teil-Axialschnitt - dargestellt ist.

In einen Längsschlitz des Werkzeugkörpers ist eine Honleiste 6 passend eingesetzt, die mittels einer Zustellstange 7 radial nach außen gegen die Wandung der zu bearbeitenden Bohrung zustellbar ist. Die Zustellstange ist zu diesem Zweck in einer Mittelbohrung des Honwerkzeuges 5 axial verschiebbar und liegt mit einer Keiffläche 8 an einer komplementären Keiffläche der Honleiste 6 an.

Die Honleiste 6 ist etwa auf halber Länge des Honwerkzeuges 5 angeordnet. Oberhalb und unterhalb der Honleiste 6 und mit axialem Abstand zu ihr ist je einer von zwei Führungsabschnitten 9 und 10 vorgesehen, die vom Werkzeugkörper 11 gebildete Führungsteile sind und jeweils einen verschleißfesten Gleitbelag 12 aufweisen. Die Führungsabschnitte 9 und 10 haben jeweils eine größere Länge als die Honleiste 6 und von ihr einen axialen Abstand, der etwas kleiner ist als der axiale Abstand zwischen den Bohrungen 2 und 3 des Werkstückes 1. Die Honleiste 6 ist etwa gleich lang wie jede der beiden Bohrungen 2 und 3.

Es können in bekannter Weise mehrere Honleisten 6 über den Umfang des Werkzeugkörpers 11 verteilt angeordnet sein, wobei auch zwischen je zwei Honleisten eine Führungsleiste angeordnet sein kann. Zweckmäßig sind auch mehrere Führungsabschnitte 9 bzw. 10 über den Umfang des Werkzeugkörpers 11 verteilt vorgesehen. Anstelle der dargestellten Vorsprünge des Werkzeugkörpers, welche die Führungsteile 9 und 10 bilden, können auch gesonderte Führungsleisten vorgesehen sein, die aus verschleißfestem Werkstoff bestehen, beispielsweise aus Hartmetall, Hartchrom, Kunststoff oder ähnlichen Werkstoffen. Solche Führungsleisten können, wie die Honleiste 6, in Längsschlitz des Werkzeugkörpers passend eingesetzt und radial nach außen zustellbar sein, wofür in bekannter Weise eine zusätzliche Zustellstange mit entsprechenden Keifflächen vorgesehen oder die Zustellstange 7 entsprechend ausgebildet sein kann.

Die beiden Bohrungen 2 und 3 werden nach dem erfindungsgemäßen Verfahren in zwei Arbeitsschritten gehont. Beispielsweise wird zunächst die Bohrung 2 bearbeitet, wobei das Honwerkzeug 5 die im linken Teil der Zeichnung dargestellte Hublage hat. Das Honwerkzeug wird dabei wie üblich mit vorgegebenem Hub alternierend nach oben und unten und zugleich um seine Längsachse drehend angetrieben. Während dieser Bearbeitung wird das Honwerkzeug mit seinem unteren Führungsabschnitt 10 oder mit mehreren solcher Führungsab-

schnitte, die über den Umfang des Werkzeugkörpers verteilt angeordnet sind, in der unteren Bohrung 3 gleitend geführt. Da der Führungsabschnitt 10 länger ist als die Honleiste 6, befindet er sich ständig in der Bohrung 3, also auch während derjenigen Arbeitsphasen, in denen die Honleiste 6 mit dem üblichen Überlauf, nämlich bis zu etwa einem Drittel ihrer Länge, aus der Bohrung 2 nach oben und unten ausfährt. Das Honwerkzeug wird daher mit axialem Abstand von seinem Arbeitsteil, der durch die Honleiste 6 oder mehrere Honleisten gebildet ist, während der Bearbeitung ständig abgestützt. Diese Führung und Abstützung trägt sehr wesentlich zur Formgenauigkeit der bearbeiteten Bohrung bei. Da die Länge der Honleiste 6 bzw. mehrerer dieser Honleisten an die Länge der zu bearbeitenden Bohrung 2 angepaßt ist, können auch bekannte Korrekturverfahren angewendet werden, die beispielsweise durch Änderung der Hublage Formfehlern der bearbeiteten Bohrung entgegenwirken.

Nach Beendigung des ersten Verfahrensschrittes, in dem die Bohrung 2 auf genaues Endmaß bearbeitet wurde, wird die Hublage des Honwerkzeuges 5 nach unten verstellt, so daß der Arbeitsteil des Honwerkzeuges mit der oder den Honleisten 6 nunmehr in der unteren Bohrung 3 liegt, wie aus dem rechten Teil der Fig. 1 ersichtlich ist. Der Honvorgang läuft in gleicher Weise ab wie im ersten Arbeitsschritt, wobei nunmehr das Honwerkzeug 5 mit seinem oberen Führungsabschnitt 9 in der fertig bearbeiteten Bohrung 2 gleitend geführt und abgestützt wird.

Fig. 2 zeigt im linken und rechten Teil der Zeichnung zwei verschiedene Honwerkzeuge 5A bzw. 5B, die zur aufeinanderfolgenden Bearbeitung der Bohrungen 2 und 3 vorgesehen sind. Das zu bearbeitende Werkstück 1 ist in gleicher Ausführung dargestellt wie in Fig. 1, hat also zwei durch einen Hohlraum 4 verbundene Bohrungen 2 und 3 gleichen Durchmessers. Die Bearbeitung mit zwei Werkzeugen 5A und 5B ist aber insbesondere zum Honen von Stufenbohrungen vorgesehen, bei denen also die fluchtenden Bohrungen unterschiedliche Durchmesser haben.

Das Honwerkzeug 5A hat eine oder mehrere Honleisten 6a, deren Länge etwa der Länge der Bohrung 2 entspricht. Das Honwerkzeug 5B ist in gleicher Weise mit einer oder mehreren Honleisten 6b versehen, deren Länge an die Länge der Bohrung 3 angepaßt ist. Die Honleisten 6a und 6b sind wie im Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 jeweils mittels einer Zustellstange 7a bzw. 7b radial zustellbar.

Bei dem Honwerkzeug 5A ist unterhalb der Honleiste 6a ein Führungsabschnitt 10a vorhanden, der als vom Werkzeugkörper 11a gebildetes Führungsteil gestaltet und mit einem Gleitbelag 12

versehen ist. Bei dem Honwerkzeug 5B ist ein Führungsabschnitt 9a oberhalb der Honleiste 6b vorgesehen. Beide Führungsabschnitte 9a und 10a sind länger als die zugehörige Honleiste 6b bzw. 6a. Auch bei diesen Honwerkzeugen können mehrere Honleisten und/oder mehrere Führungsabschnitte über den Umfang des Werkzeugkörpers verteilt angeordnet sein. Die Führungsabschnitte 9a und 10a können, wie zum Ausführungsbeispiel nach Fig. 1 erläutert, ebenfalls als Führungsleisten gestaltet sein, die zweckmäßig radial zustellbar sind. Die radiale Zustellbarkeit in Richtung auf die zugehörige Bohrungswandung ermöglicht eine von den Durchmesser-toleranzen der Bohrungen 2 und 3 unabhängige, spielfreie Führung des jeweiligen Honwerkzeuges.

Mit den beiden Honwerkzeugen nach Fig. 2 wird die Doppelbohrung 2, 3 ebenfalls in aufeinanderfolgenden Arbeitsschritten gehont. Dabei kann im ersten Arbeitsschritt das Honwerkzeug 5A zur Bearbeitung der oberen Bohrung 2 eingesetzt werden, so daß der Führungsabschnitt 10a in der unteren Bohrung 3 geführt wird. Nach Erreichen des Fertigmaßes der Bohrung 2 wird das Honwerkzeug 5A gegen das Honwerkzeug 5B ausgewechselt, das nunmehr bei etwa gleicher Hublage die untere Bohrung 3 mit der oder den Honleisten 6b bearbeitet, während es mittels des oder der Führungsabschnitte 9a in der oberen Bohrung 2 geführt und abgestützt wird. Auch bei diesem Verfahren befinden sich die Führungsabschnitte 9a bzw. 10a in der Arbeitslage ständig in der Bohrung 2 bzw. 3, da sie länger sind als die zugehörigen Honleisten.

Es ist besonders zweckmäßig, die koaxialen Bohrungen vor dem beschriebenen Fertighonen mittels der Honwerkzeuge 5 bzw. 5A und 5B in einer Vorhonoroperation vorzubearbeiten. Dadurch können Fluchtungsfehler der koaxialen Bohrungen eliminiert werden, und es können größere Abweichungen von dem vorgegebenen Fertigmaß auf einen geringeren Wert reduziert werden. Zum Vorhonen kann ein Honwerkzeug eingesetzt werden, das einen oder mehrere Honsteine besonders großer Länge aufweist, so daß beispielsweise bei einer Doppelbohrung die beiden Einzelbohrungen gleichzeitig vorgehont werden können.

Patentansprüche

1. Verfahren zum Honen von zwei oder mehr fluchtenden und innerhalb des Werkstückes (1) verbundenen Bohrungen (2 und 3) mit mindestens einem Honwerkzeug (5; 5A; 5B), das während der Bearbeitung in mindestens zwei Bohrungen (2 und 3) des Werkstückes (1) eintaucht, dadurch gekennzeichnet, daß die zu bearbei-

tenden Bohrungen (2 und 3) in zeitlich aufeinanderfolgenden Arbeitsschritten gehont werden, wobei das Honwerkzeug (5; 5A; 5B) während der Bearbeitung einer Bohrung in einer oder mehreren anderen Bohrungen gleitend geführt ist.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Honwerkzeug während der Bearbeitung der einen Bohrung (2) in der im nächstfolgenden Arbeitsschritt zu bearbeitenden Bohrung (3) geführt wird.
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß das Honwerkzeug nach dem ersten Arbeitsschritt in der bearbeiteten Bohrung (2) geführt wird, während es die nächste Bohrung (3) bearbeitet.
4. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß mindestens zwei Bohrungen (2 und 3) mit demselben Honwerkzeug (5) bearbeitet werden, wobei die Hublage des Honwerkzeuges (5) nach Beendigung des ersten Arbeitsschrittes entsprechend dem axialen Mittenabstand der beiden Bohrungen (2 und 3) verändert wird.
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß zur aufeinanderfolgenden Bearbeitung von zwei Bohrungen (2 und 3), insbesondere von Bohrungen unterschiedlichen Durchmessers, zwei Honwerkzeuge (5A und 5B) eingesetzt werden, die jeweils in der von dem anderen Honwerkzeug zu bearbeitenden Bohrung geführt werden.
6. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß in den zeitlich aufeinanderfolgenden Arbeitsschritten eine Doppelbohrung bearbeitet wird, die aus zwei axial benachbarten Bohrungen (2 und 3) besteht, welche durch einen Hohlraum (4) des Werkstückes (1) verbunden sind.
7. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Bohrungen vor den mittels des Honwerkzeuges ausgeführten Arbeitsschritten vorgehont werden, insbesondere mittels eines Honwerkzeuges, das eine oder mehrere Honleisten mit einer der Gesamt-Axialerstreckung der Bohrungen entsprechenden Länge aufweist.
8. Honwerkzeug zur Durchführung des Verfahrens nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß am Umfang des

Honwerkzeuges (5; 5A; 5B) mindestens eine Honleiste (6; 6a, 6b) und mindestens ein Führungsabschnitt (9; 10; 9a; 10a) mit axialem Abstand voneinander vorhanden sind.

- 5
- 9.** Honwerkzeug nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Führungsabschnitt (9; 10; 9a; 10a) länger ist als die Honleiste (6; 6a; 6b), deren Länge an die zu bearbeitende Bohrung (2; 3) angepaßt ist. 10
- 10.** Honwerkzeug nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Führungsabschnitt (9; 10; 9a; 10a) ein vom Werkzeugkörper (11; 11a; 11b) gebildetes Führungsteil ist, das mit einem verschleißfesten Gleitbelag (12) versehen ist. 15
- 11.** Honwerkzeug nach Anspruch 8 oder 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Führungsabschnitt eine am Werkzeugkörper angeordnete, aus verschleißfestem Werkstoff bestehende Führungsleiste ist, die vorzugsweise radial zustellbar ist. 20
- 25
- 12.** Honwerkzeug nach einem der Ansprüche 8 bis 11, dadurch gekennzeichnet, daß oberhalb und unterhalb der Honleiste (6) jeweils mindestens ein Führungsabschnitt (9; 10) vorhanden ist. 30
- 13.** Honwerkzeug nach einem der Ansprüche 8 bis 12, dadurch gekennzeichnet, daß auf gleicher Höhe des Werkzeugkörpers über dessen Umfang verteilt mehrere Führungsabschnitte vorhanden sind. 35
- 14.** Honwerkzeug nach einem der Ansprüche 8 bis 13, dadurch gekennzeichnet, daß über den Umfang des Werkzeugkörpers verteilt mehrere Honleisten vorhanden sind, die vorzugsweise radial zustellbar sind. 40
- 45

50

55

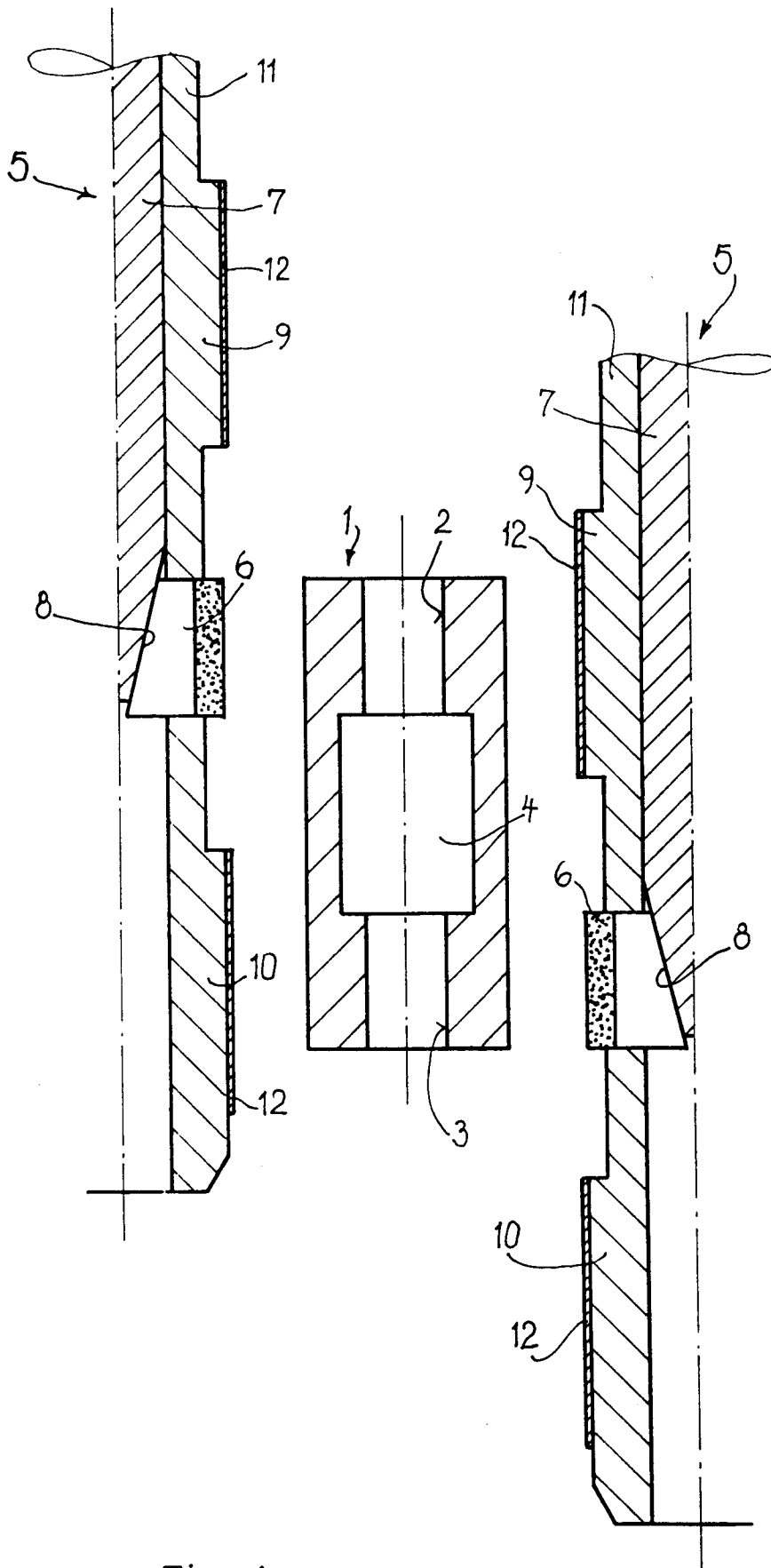


Fig. 1

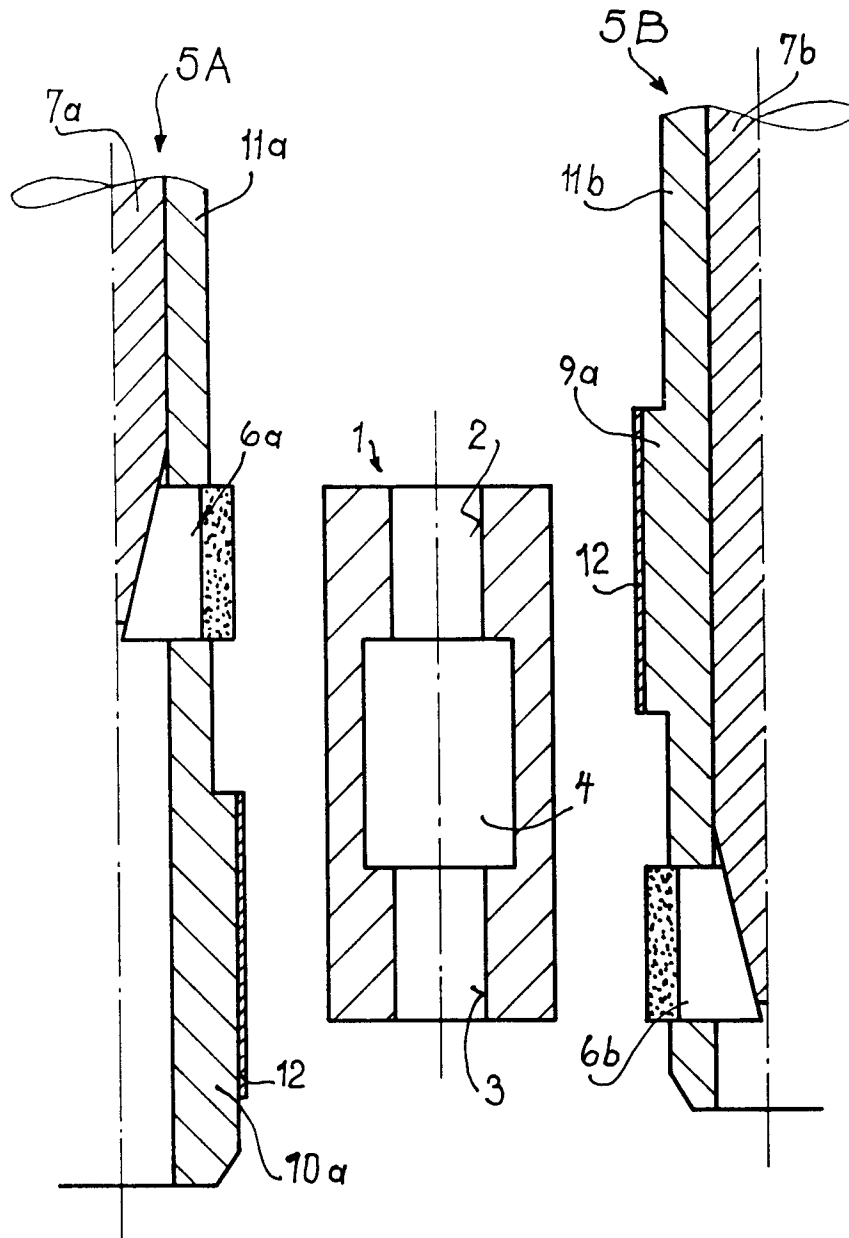


Fig. 2

