



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 166 962 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.01.2002 Patentblatt 2002/01

(51) Int Cl.7: **B24B 15/02**

(21) Anmeldenummer: **01113158.8**

(22) Anmeldetag: **30.05.2001**

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

(30) Priorität: **20.06.2000 DE 10029322**

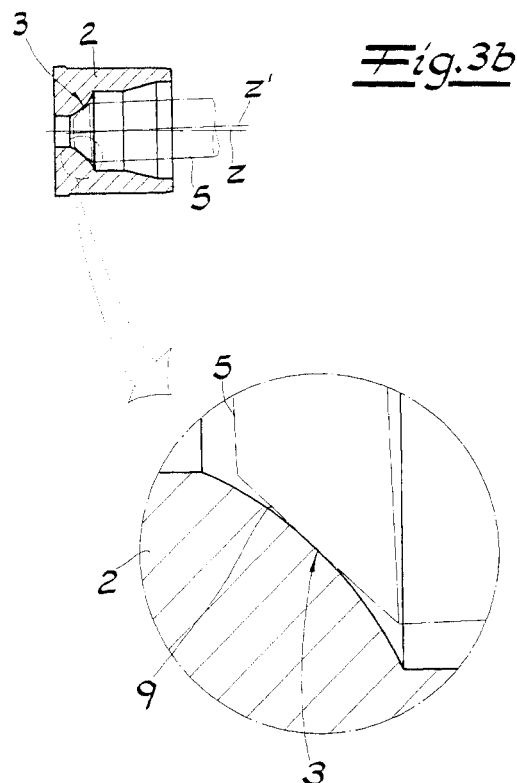
(71) Anmelder: **Ernst Thielenhaus GmbH & Co. KG
42285 Wuppertal (DE)**

(72) Erfinder:
• **Goldau, Harald Dr.-Ing.
39175 Klein-Gübs (DE)**
• **Klopp, Marc Stephan Dipl.-Ing.
42477 Radevormwald (DE)**
• **Wolters, Martin Dipl.-Ing.
42113 Wuppertal (DE)**

(74) Vertreter: **Albrecht, Rainer Harald, Dr.-Ing. et al
Patentanwälte Andrejewski, Honke & Sozien,
Theaterplatz 3
45127 Essen (DE)**

(54) **Verfahren zur Finishbearbeitung eines Ventilsitzes für Kugelventile, insbesondere für Brennstoffeinspritzventile in Brennkraftmaschinen**

(57) Gegenstand der Erfindung ist ein Verfahren zur Finishbearbeitung eines Ventilsitzes (3) für Kugelventile, insbesondere für Brennstoffeinspritzventile in Brennkraftmaschinen. Das zu bearbeitende Werkstück (2) und ein Finishwerkzeug werden rotierend angetrieben, wobei die Rotationsachsen des Werkstückes (2) und des Finishwerkzeuges (5) unter einem Winkel von 1 bis 10° zueinander ausgerichtet sind und wobei das Finishwerkzeug (5) am gesamten Umfang der zu bearbeitenden Innenfläche des Werkstückes (2) anliegt. Erfindungsgemäß wird die zu bearbeitende Werkstückfläche ballig ausgebildet. Als Finishwerkzeug (5) wird ein Finishstein (5,6) mit einer verschleißfesten, vorzugsweise kegelförmigen Bearbeitungsfläche (9) verwendet, wobei in der balligen Werkstückfläche durch partiellen Materialabtrag eine schmale Dichtzone mit einem im Längsschnitt konvexen Profil entsteht.



EP 1 166 962 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Finishbearbeitung eines Ventilsitzes für Kugelventile, insbesondere für Brennstoffeinspritzventile in Brennkraftmaschinen, bei dem das zu bearbeitende Werkstück und ein Finishwerkzeug vorzugsweise gegensinnig rotierend angetrieben werden, wobei die Rotationsachsen des Werkstückes und des Finishwerkzeuges unter einem Winkel von 1 bis 10° zueinander ausgerichtet sind und wobei das Finishwerkzeug am gesamten Umfang der zu bearbeitenden Innenfläche des Werkstückes anliegt.

[0002] Ein Verfahren mit dem beschriebenen Merkmal ist aus EP 0 955 128 A2 bekannt. Das Finishwerkzeug besteht aus einem zylindrischen Finishstein. Mit dem bekannten Verfahren wird in einem konischen Ventilsitz eine ringförmig umlaufende, im Längsschnitt kreisbogenförmige Sitzfläche eingearbeitet. Durch die Finishbearbeitung können im Querschnitt gemessene Formabweichungen beseitigt werden. Dichtungsanordnungen, deren Ventilsitz nach dem bekannten Verfahren bearbeitet worden ist, zeichnen sich durch einen sehr guten Dichtsitz zwischen Ventilkugel und Sitzfläche aus. Allerdings ändert sich mit der Ausbildung der kalottenförmigen Sitzfläche im konischen Ventilsitz die Durchflusscharakteristik des Ventils, wenn man den Öffnungsvorgang im Bereich sehr kleiner Stellwege der Ventilkugel analysiert. Der Spalt zwischen der kalottenförmigen Sitzfläche und der Ventilkugel weist einen höheren Druckverlust auf als der Spalt zwischen einer konischen Fläche und der Ventilkugel, wenn man denselben dem Betrag nach kleinen Stellweg der Ventilkugel zugrundelegt. Beim Abheben der Ventilkugel vom Ventilsitz ergibt sich folglich eine nichtlineare Charakteristik, die bei sehr kleinen Ventilen, wie sie z. B. als Brennstoffeinspritzventile zur Anwendung kommen, stört. Nachteilig ist ferner, dass beim Öffnen des Kugelventils verhältnismäßig große Haftkräfte zwischen Ventilkugel und der kalottenförmig ausgebildeten Sitzfläche überwunden werden müssen.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Finishbearbeitung des Ventilsitzes für Kugelventile so weiter zu entwickeln, dass der bearbeitete Ventilsitz günstigere Eigenschaften aufweist. Eine aus einer Ventilkugel und dem bearbeiteten Ventilsitz bestehende Dichtungsanordnung soll bei geringer Kraft öffnen, und beim Abheben der Kugel vom Ventilsitz soll sofort ein großer, druckverlustarmer Ringspalt freigegeben werden. Darüber hinaus muss ein möglichst dichter Sitz der Ventilkugel auf dem Ventilsitz gewährleistet sein.

[0004] Ausgehend von einem Verfahren mit den eingangs beschriebenen Merkmalen wird die Aufgabe erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die zu bearbeitende Werkstückfläche ballig ausgebildet wird und dass als Finishwerkzeug ein Finishstein mit einer verschleißfesten Bearbeitungsfläche verwendet wird, wobei in der balligen Werkstückfläche durch partiellen Materialab-

trag eine schmale Dichtzone mit einem im Längsschnitt konvexen Profil entsteht. Vorzugsweise wird ein Finishwerkzeug mit einer kegelförmigen Bearbeitungsfläche verwendet. Die ballige Ausbildung der zu bearbeitenden Werkstückfläche ermöglicht es, dass die Rotationsachse des kegelförmigen Finishsteines winkelförmig zur Rotationsachse des Werkstückes ausgerichtet werden kann und gleichzeitig die kegelförmige Fläche des Finishsteines am gesamten Umfang der zu bearbeitenden Innenfläche des Werkstückes anliegt. Durch die erfindungsgemäße Finishbearbeitung wird in die ballige Werkstückfläche eine Dichtzone eingearbeitet, deren Breite verhältnismäßig schmal und auf den unmittelbaren Kontaktbereich zwischen Ventilkugel und Ventilsitz beschränkt ist. Üblich ist eine Breite der Dichtzone von einigen Zehntel Millimetern. Im Bereich der Dichtzone sind ursprünglich vorhandene Formabweichungen an der Werkstückfläche von der Kreisform praktisch vollständig eliminiert. Im Querschnitt gemessene Formabweichungen von der Kreisform können auf weniger als 0,1 µm reduziert werden. Im Ergebnis resultiert ein Dichtsitz zwischen Ventilkugel und Dichtzone, der sich durch eine sehr geringe Leckrate auszeichnet. Durch die ballige, konvexe Ausgestaltung der Dichtzone wird ein strömungsverlustarmer Ringspalt freigegeben, wenn die Ventilkugel von dem Ventilsitz abhebt.

[0005] Der zu bearbeitende Ventilsitz kann eine ballige Dichtabschnittsfläche aufweisen oder über seine gesamte, in Strömungsrichtung gemessene Länge, ballig ausgebildet sein. Bei der zuerst beschriebenen Ausführung bildet die zu bearbeitende ballige Werkstückfläche einen nach innen vorstehenden Abschnitt innerhalb eines konischen Ventilsitzes. Bei der anderen Ausführung begrenzt die ballige Werkstückfläche als Ventilsitz einen sich verjüngenden Aufnahmeraum für eine Ventilkugel und verbindet zwei zylindrische, unterschiedliche Durchmesser aufweisende Abschnitte des Werkstückes.

[0006] Der Finishstein oder das Werkstück wird zweckmäßig in einen Halter eingesetzt, der Fluchtungsfehler zwischen dem Werkstück und dem Finishstein ausgleicht. Vorzugsweise wird als Halter ein Schaft aus Hartgummi verwendet.

[0007] Gemäß einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung wird in die bereits bearbeitete, konvex gekrümmte Dichtzone eine ringförmig umlaufende und im Längsschnitt kreisbogenförmige Sitzfläche eingearbeitet. Dadurch kann der Dichtsitz für eine Ventilkugel noch verbessert werden. Im Vergleich zu dem aus EP 0 955 128 A2. bekannten Stand der Technik ist die kalottenförmige Vertiefung der Sitzfläche jedoch wesentlich geringer, da durch die kalottenförmige Vertiefung keine Formabweichungen ausgeglichen werden müssen. Insofern kann ein verbesserter Dichtsitz erreicht werden, ohne dass die Durchflusscharakteristik des Ventils hierdurch nachteilig beeinflusst wird. Bei der Finishbearbeitung des Dichtsitzes werden das Werkstück und ein zylindrischer Finishstein gegensinnig rotierend angetrie-

ben, wobei die Rotationsachsen des Werkstückes und des Finishsteines unter einem Winkel von 1 bis 10° zu einander ausgerichtet sind und der Finishstein am gesamten Umfang der Dichtzone anliegt. Die stirnseitige Kontaktfläche des zylindrischen Finishsteines ist zweckmäßig kalottenförmig gerundet.

[0008] Im folgenden wird die Erfindung anhand einer lediglich ein Ausführungsbeispiel darstellenden Zeichnung erläutert. Es zeigen schematisch

Fig. 1 einen Längsschnitt durch eine Dichtungsanordnung für ein Kugelventil, das z. B. als Brennstoffeinspritzventil in Brennkraftmaschinen eingesetzt werden kann,

Fig. 2 eine Werkzeuganordnung zur Bearbeitung des Ventilsitzes der in Fig. 1 dargestellten Dichtungsanordnung,

Fig. 3a bis 3c den Ablauf eines erfindungsgemäßen Verfahrens zur Finishbearbeitung des Ventilsitzes,

Fig. 4a bis 4c eine weitere Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens.

[0009] Die in Fig. 1 dargestellte Dichtungsanordnung besteht aus einer Ventilkugel 1 und einem Ventilkörper 2, der einen Ventilsitz 3 für die einige Millimeter große Ventilkugel 1 aufweist. Der Ventilsitz 3 ist ballig ausgebildet. In die ballig ausgebildete Werkstückfläche ist durch eine im folgenden erläuterte Finishbearbeitung eine schmale Dichtzone a mit einem im Längsschnitt konvexen Profil eingearbeitet. Die Breite der Dichtzone a beträgt einige Zehntel Millimeter. Die Dichtzone a enthält eine ringförmig umlaufende und im Längsschnitt kreisbogenförmige Sitzfläche b, die einen Dichtsitz für die Ventilkugel 1 bildet.

[0010] In Fig. 2 ist die Werkzeuganordnung zur Finishbearbeitung des Ventilsitzes dargestellt. Das Werkstück 2 wird in einen rotierend antreibbaren Werkstückhalter 4, dessen Spannzangen nur schematisch angedeutet sind, eingespannt. Das Werkstück 2 und ein Finishwerkzeug 5, 6 werden gegensinnig rotierend angetrieben. Dabei sind die Rotationsachsen Z, Z' des Werkstückes 2 und des Finishwerkzeuges 5, 6 unter einem Winkel von 1 bis 10° zueinander ausgerichtet. Das Finishwerkzeug 5, 6 liegt während der Finishbearbeitung am gesamten Umfang der zu bearbeitenden Innenfläche des Werkstückes 2 an und ist in einen Halter 7 eingesetzt, der Fluchtungsfehler zwischen dem Werkstück 2 und dem Finishstein 5, 6 ausgleicht. Der Halter 7 besteht im Ausführungsbeispiel aus einem Schaft aus Hartgummi. Es versteht sich, dass die Werkzeuganordnung eine rotierend angetriebene Spindel 8 mit üblichen Einrichtungen für Zu- und Rückstellbewegungen aufweist.

[0011] Der Verfahrensablauf der erfindungsgemäßen

Finishbearbeitung wird aus einer vergleichenden Betrachtung der Fig. 3a bis 3c deutlich. Das zu bearbeitende Werkstück 2 weist als Ventilsitz 3 eine Werkstückfläche auf, die ballig ausgebildet ist (Fig. 3a). Die in Fig. 3a dargestellte ballige Werkstückfläche 3 besitzt - in einer Querschnittsebene betrachtet - noch störende Formabweichungen von der Kreisform. Die Formabweichungen können mehrere Mikrometer betragen. Als Finishwerkzeug 5 wird ein Finishstein mit einer harten, verschleißfesten, kegelförmigen Bearbeitungsfläche 9 verwendet. In der balligen Werkstückfläche entsteht durch partiellen Materialabtrag eine schmale Dichtzone a mit einem im Längsschnitt konvexen Profil (Fig. 3b). Durch die in Fig. 3b dargestellte Finishbearbeitung werden die zuvor beschriebenen Formabweichungen beseitigt.

[0012] In einem weiteren Verfahrensschritt wird in die bereits bearbeitete, konvex gekrümmte Dichtzone a eine ringförmig umlaufende und im Längsschnitt kreisbogenförmige Sitzfläche b eingearbeitet, die einen verbesserten Dichtsitz für die Ventilkugel 1 bildet. Bei der Finishbearbeitung des Dichtsitzes b werden das Werkstück 2 und ein zylindrischer Finishstein 6 gegensinnig angetrieben, wobei die Rotationsachsen Z, Z' des Werkstückes 2 und des Finishsteins 6 unter einem Winkel von 1 bis 10° zueinander ausgerichtet sind und der Finishstein 6 am gesamten Umfang der Dichtzone a anliegt. Der entstehende, im Längsschnitt kreisbogenförmige Dichtsitz b weist einen Radius auf, der wesentlich größer ist als der Radius der Ventilkugel 1.

[0013] Bei der in Fig. 4a bis 4c dargestellten Ausführung des erfindungsgemäßen Verfahrens ist der Ventilsitz 3, also die zu bearbeitende Werkstückfläche, als Konus ausgebildet und weist lediglich eine ballige Dichtabschnittsfläche 10 auf, die nach innen vorsteht. Die ballige Fläche der Dichtabschnittsfläche 10 wird in der zuvor anhand der Fig. 3b und 3c beschriebenen Weise bearbeitet. Die Verfahrensschritte sind in den Fig. 4b und 4c dargestellt.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Finishbearbeitung eines Ventilsitzes für Kugelventile, insbesondere für Brennstoffeinspritzventile in Brennkraftmaschinen, bei dem das zu bearbeitende Werkstück und ein Finishwerkzeug rotierend angetrieben werden, wobei die Rotationsachsen des Werkstückes und des Finishwerkzeuges unter einem Winkel von 1 bis 10° zueinander ausgerichtet sind und wobei das Finishwerkzeug am gesamten Umfang der zu bearbeitenden Innenfläche des Werkstückes anliegt, **dadurch gekennzeichnet, dass** die zu bearbeitende Werkstückfläche ballig ausgebildet wird und dass als Finishwerkzeug ein Finishstein mit einer verschleißfesten Bearbeitungsfläche verwendet wird, wobei in der balligen Werkstückfläche durch parti-

ellen Materialabtrag eine schmale Dichtzone mit einem im Längsschnitt konvexen Profil entsteht.

2. Verfahren nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Finishstein mit einer kegelförmigen Bearbeitungsfläche verwendet wird. 5
3. Verfahren nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Finishstein oder das Werkstück in einen Halter eingesetzt wird, der Fluchtungsfehler zwischen dem Werkstück und dem Finishstein ausgleicht. 10
4. Verfahren nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** als Halter ein Schaft aus Hartgummi verwendet wird. 15
5. Verfahren nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** in die bearbeitete konvex gekrümmte Dichtzone eine ringförmig umlaufende und im Längsschnitt kreisbogenförmige Sitzfläche eingearbeitet wird, die einen verbesserten Dichtsitz für eine Ventilkugel bildet. 20
6. Verfahren nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** bei der Finishbearbeitung des Dichtsitzes das Werkstück und ein zylindrischer Finishstein gegensinnig rotierend angetrieben werden, wobei die Rotationsachsen des Werkstückes und des Finishsteins unter einem Winkel von 1 bis 10° zueinander ausgerichtet sind und der Finishstein am gesamten Umfang der Dichtzone anliegt. 25
30
7. Verfahren nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die stirnseitige Kontaktfläche des zylindrischen Finishsteins kalottenförmig gerundet ist. 35

40

45

50

55

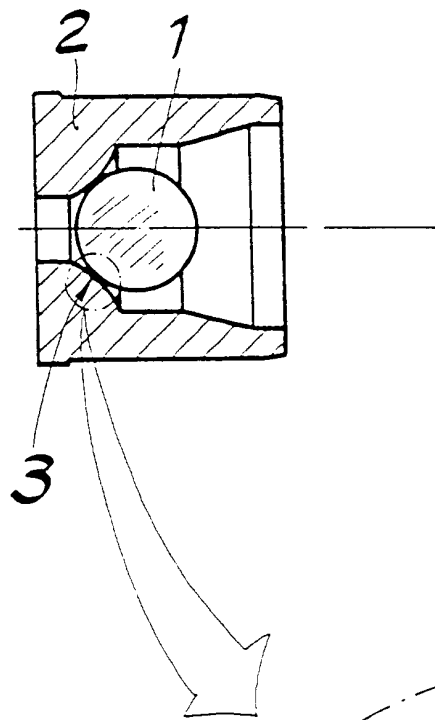
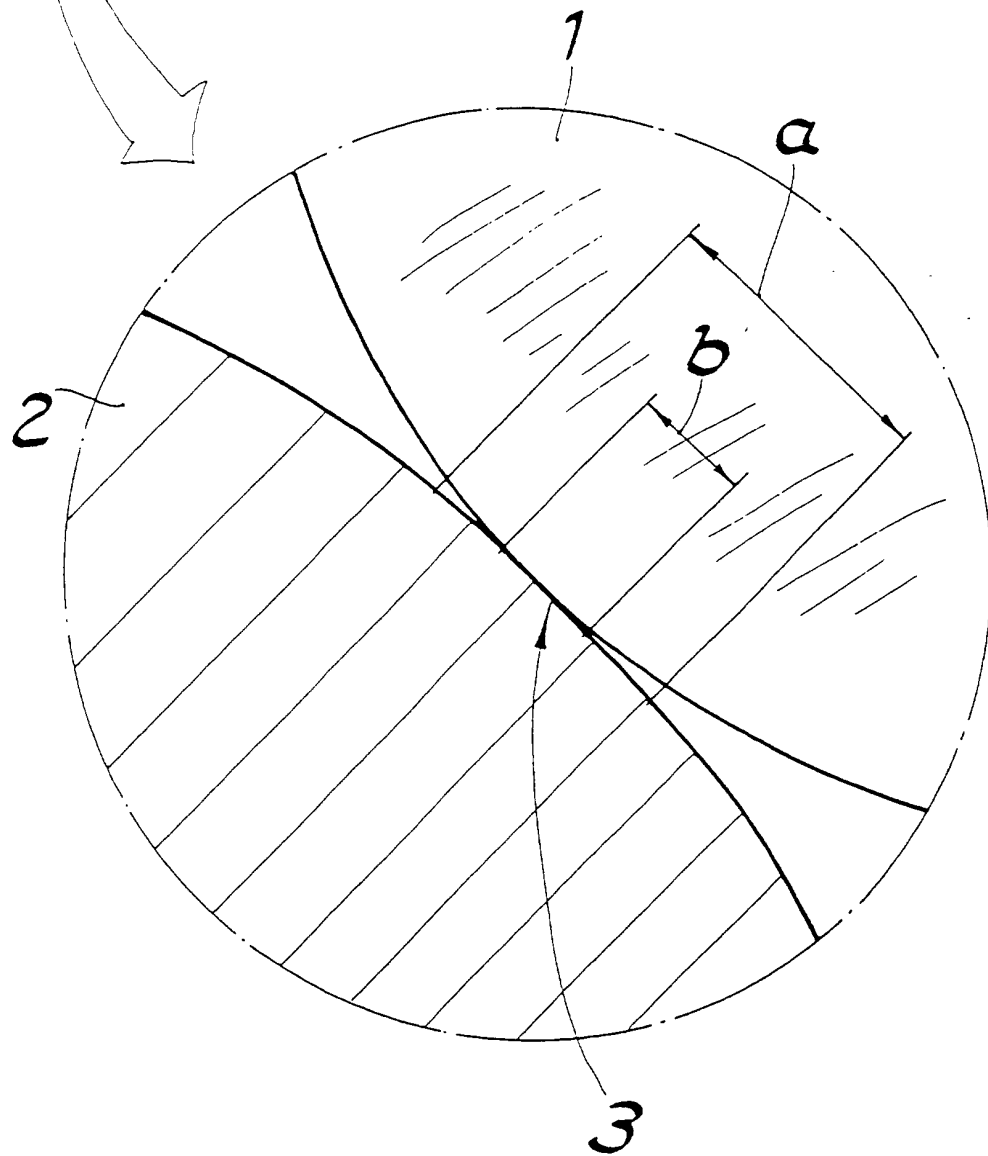


Fig. 1



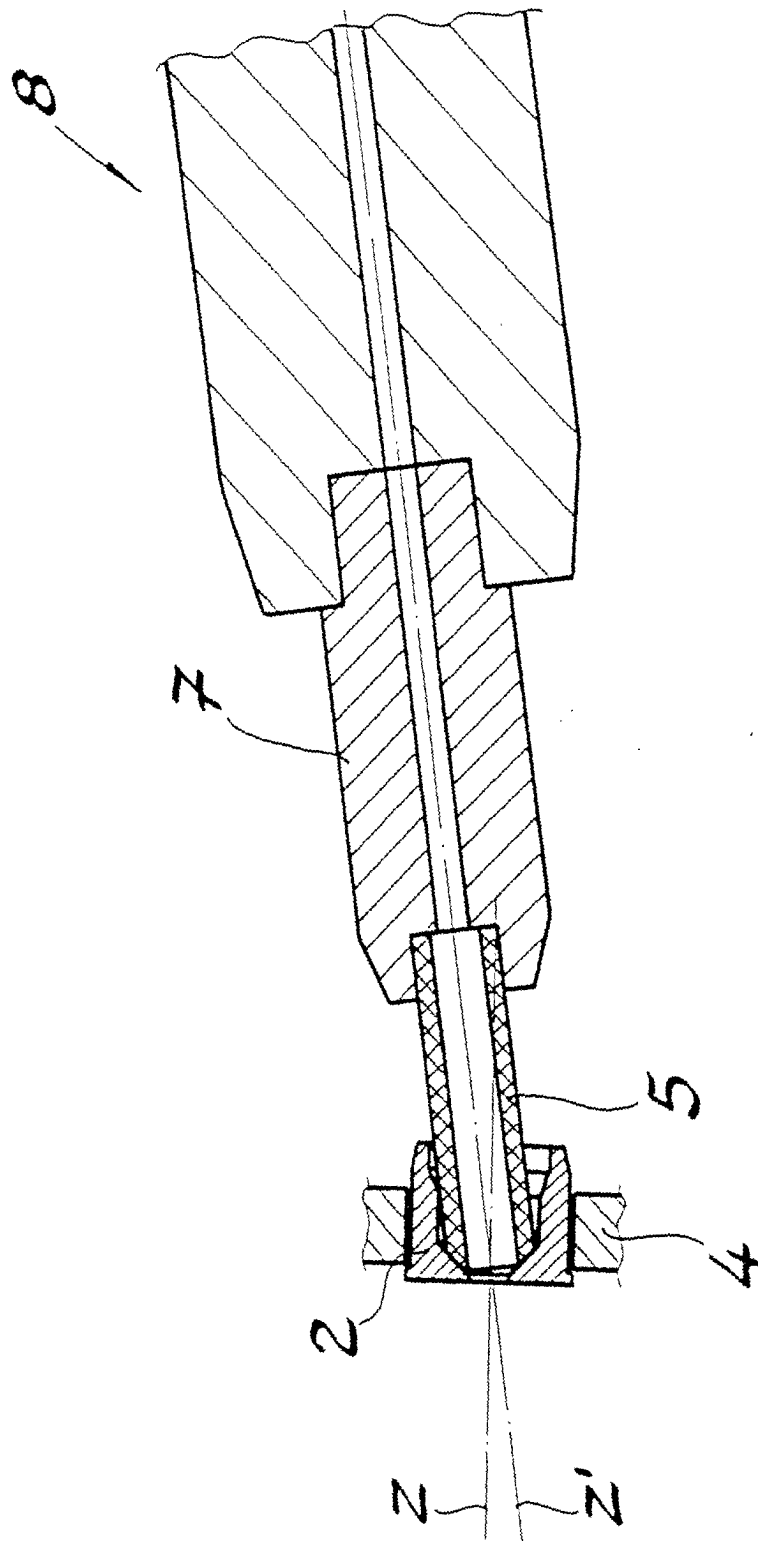


Fig. 2

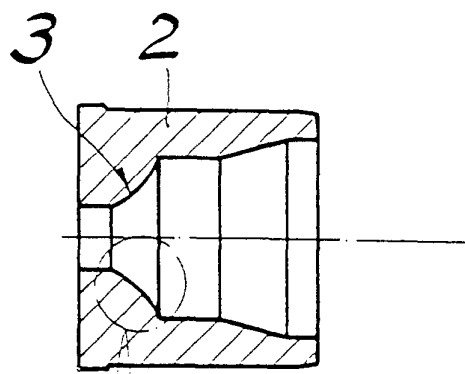
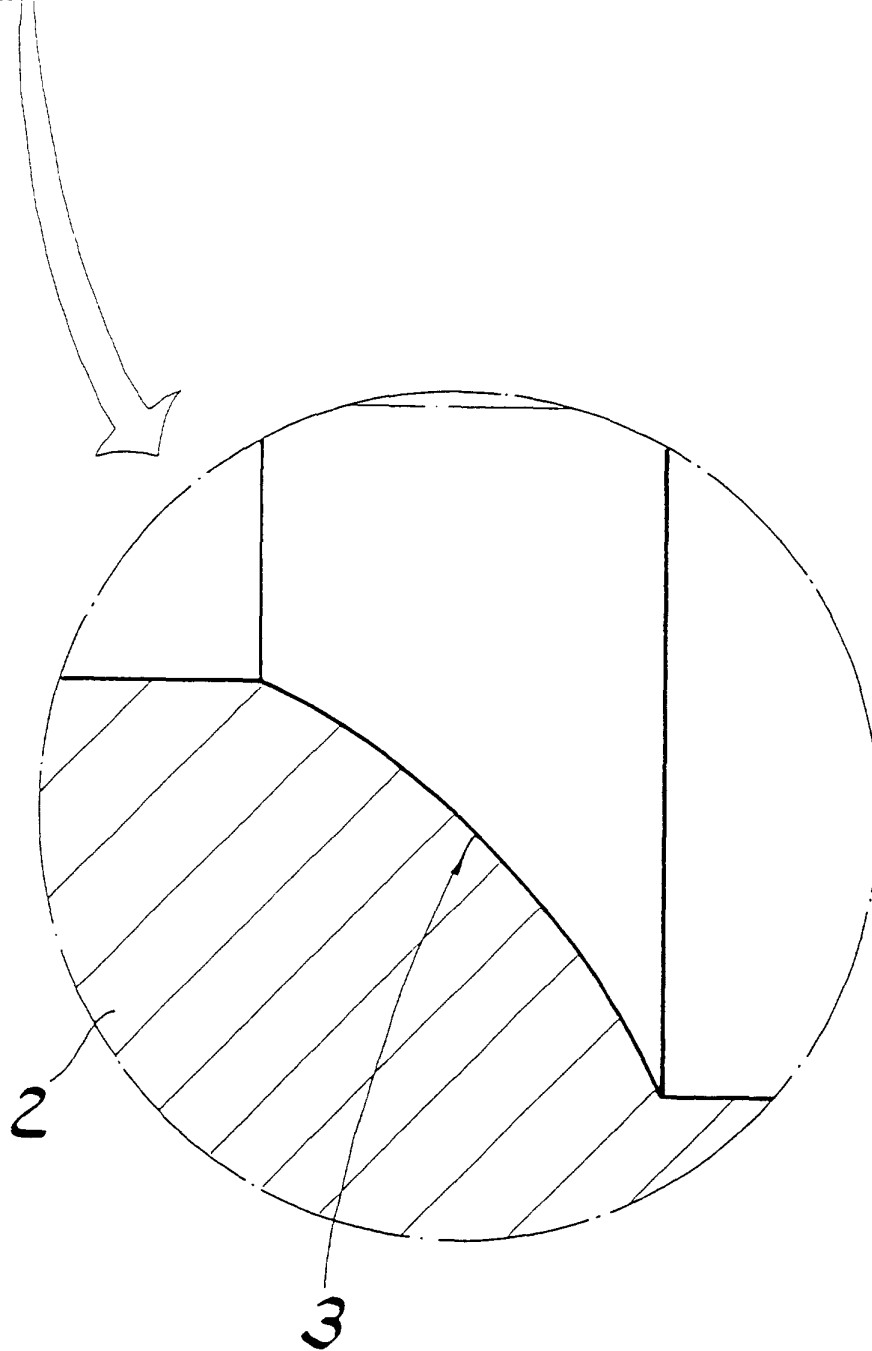
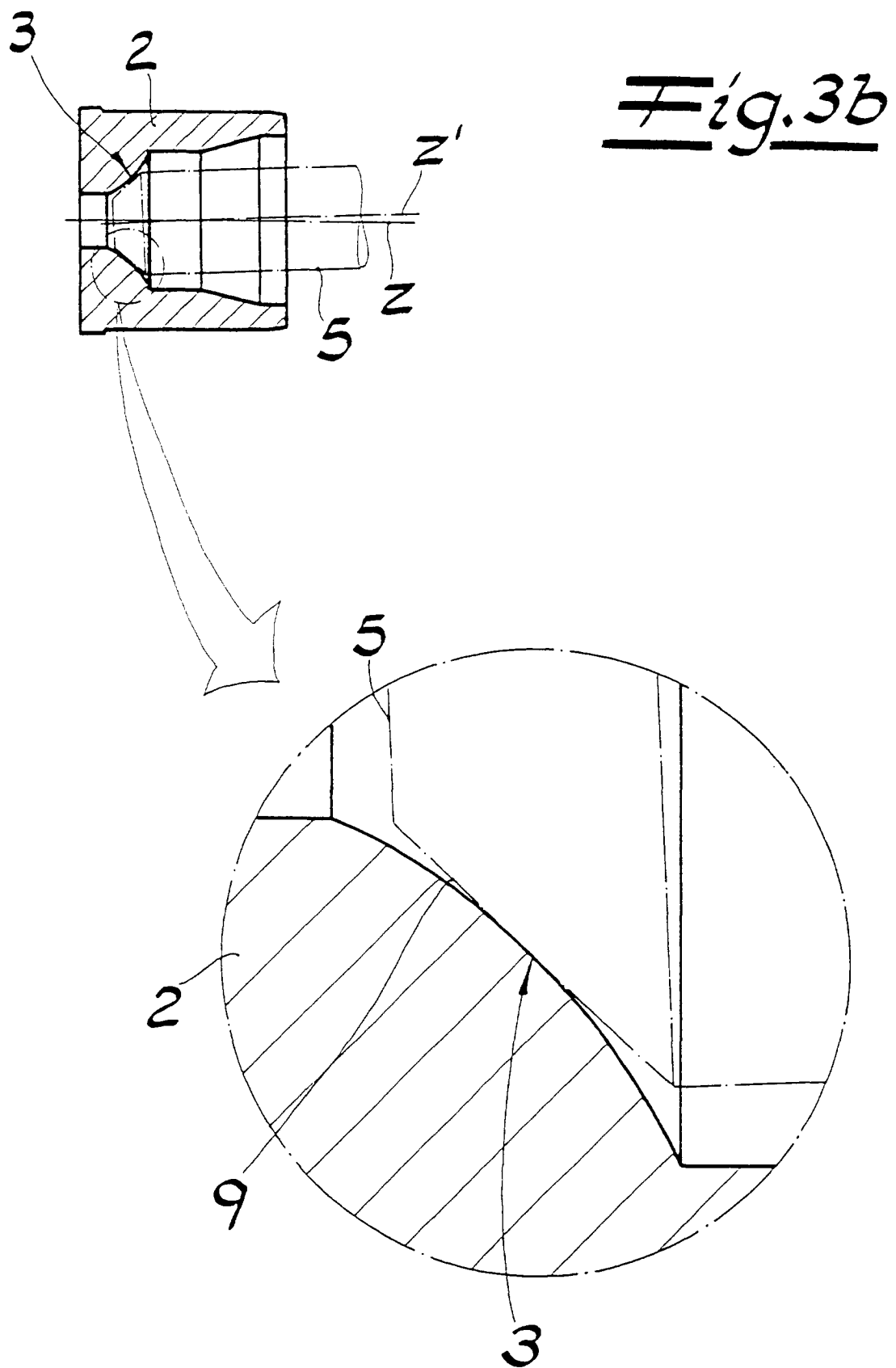


Fig. 3a





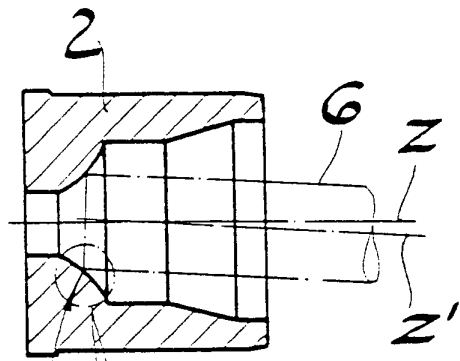
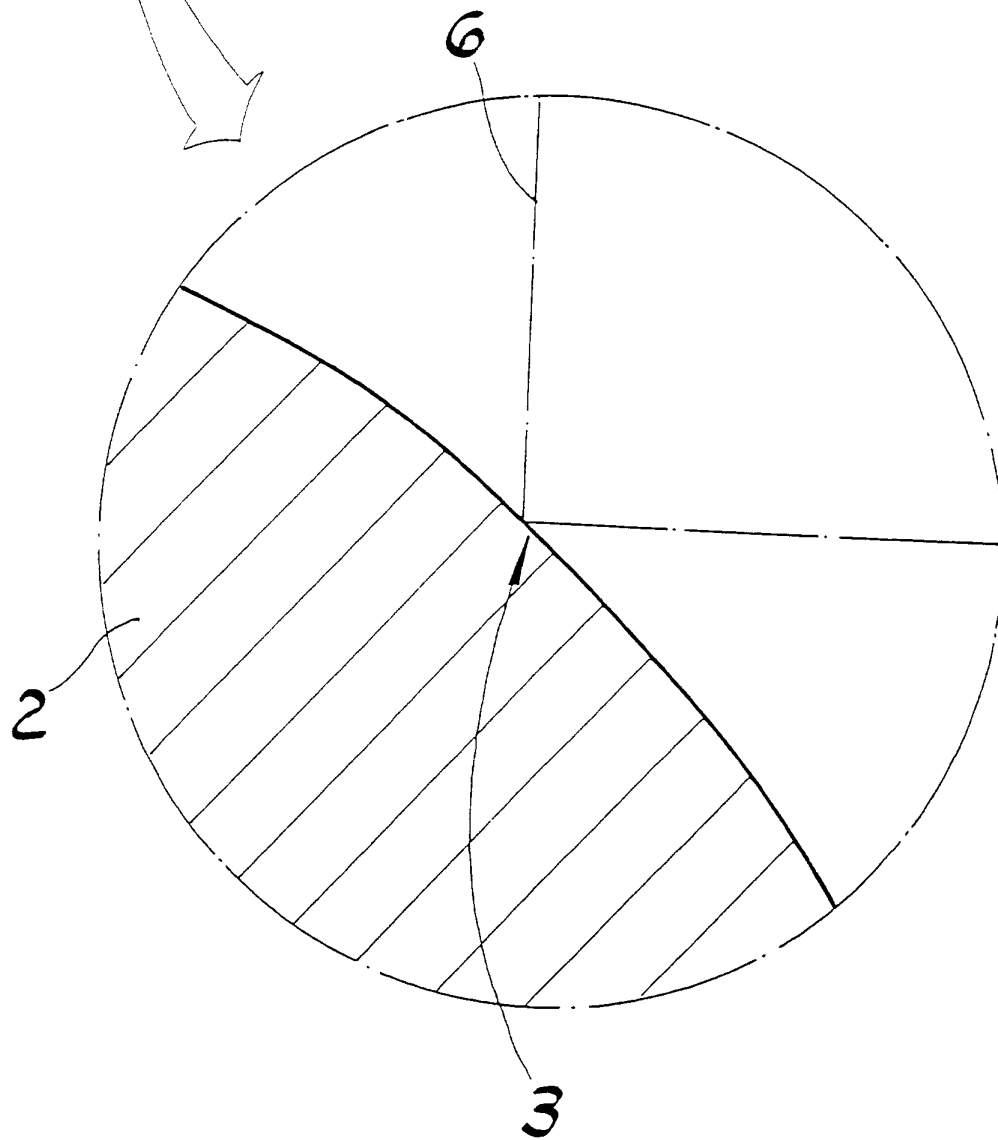


Fig. 3c



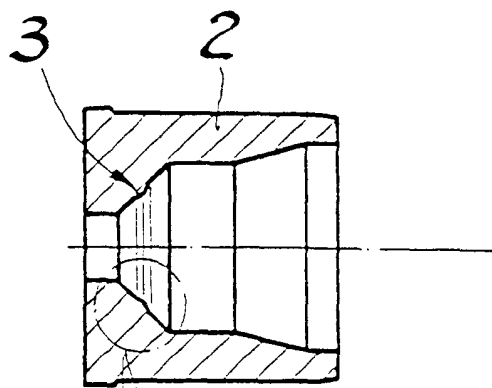
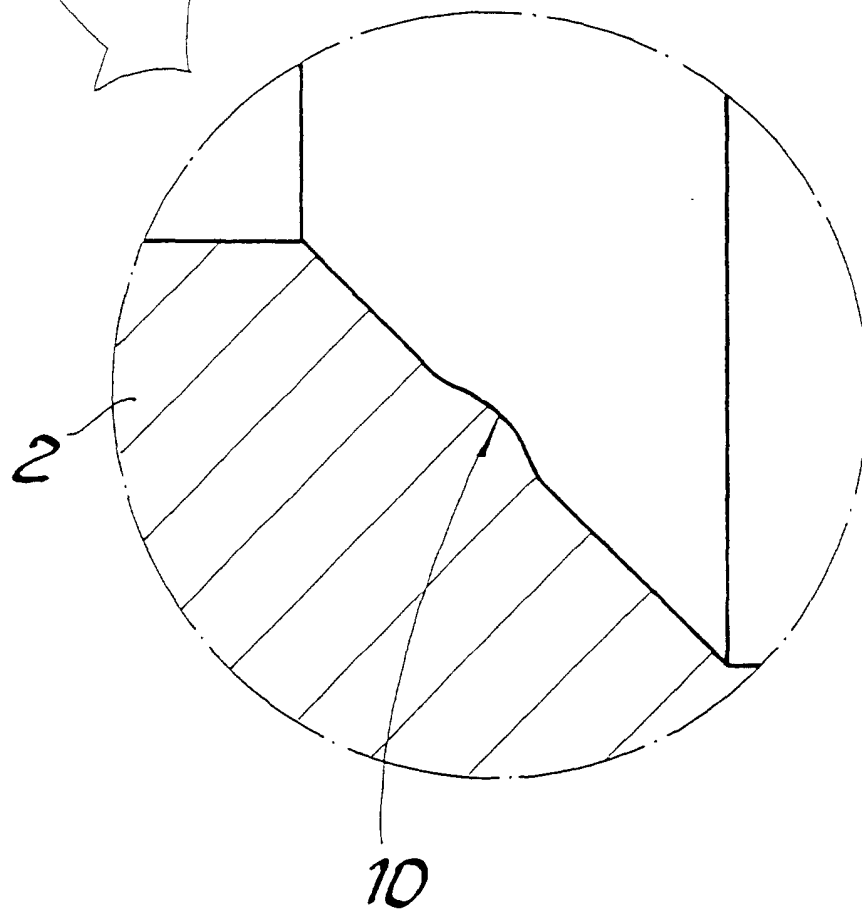


Fig. 4a



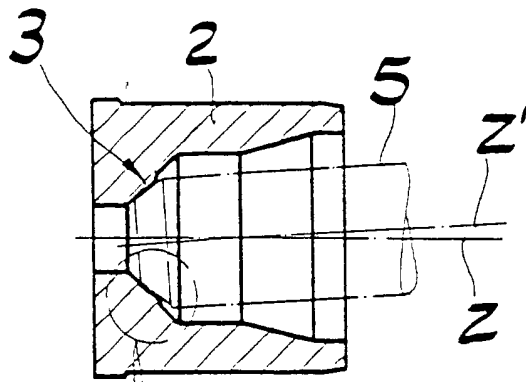
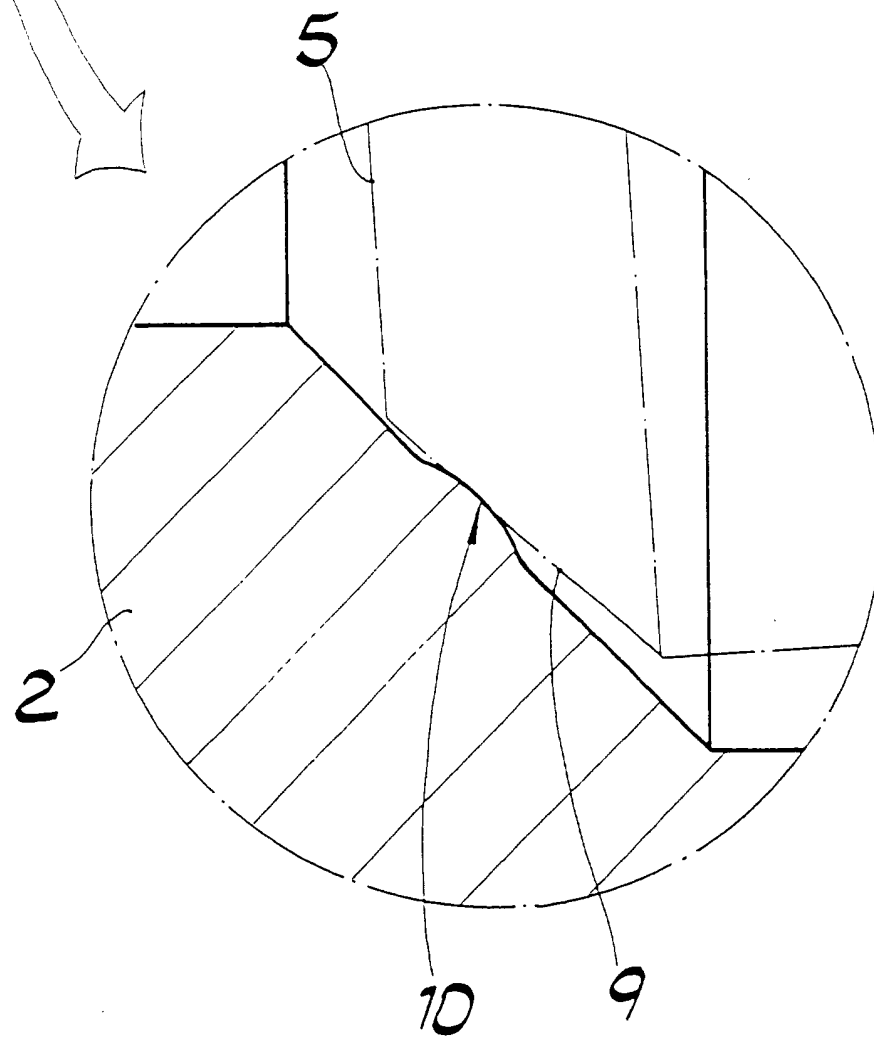
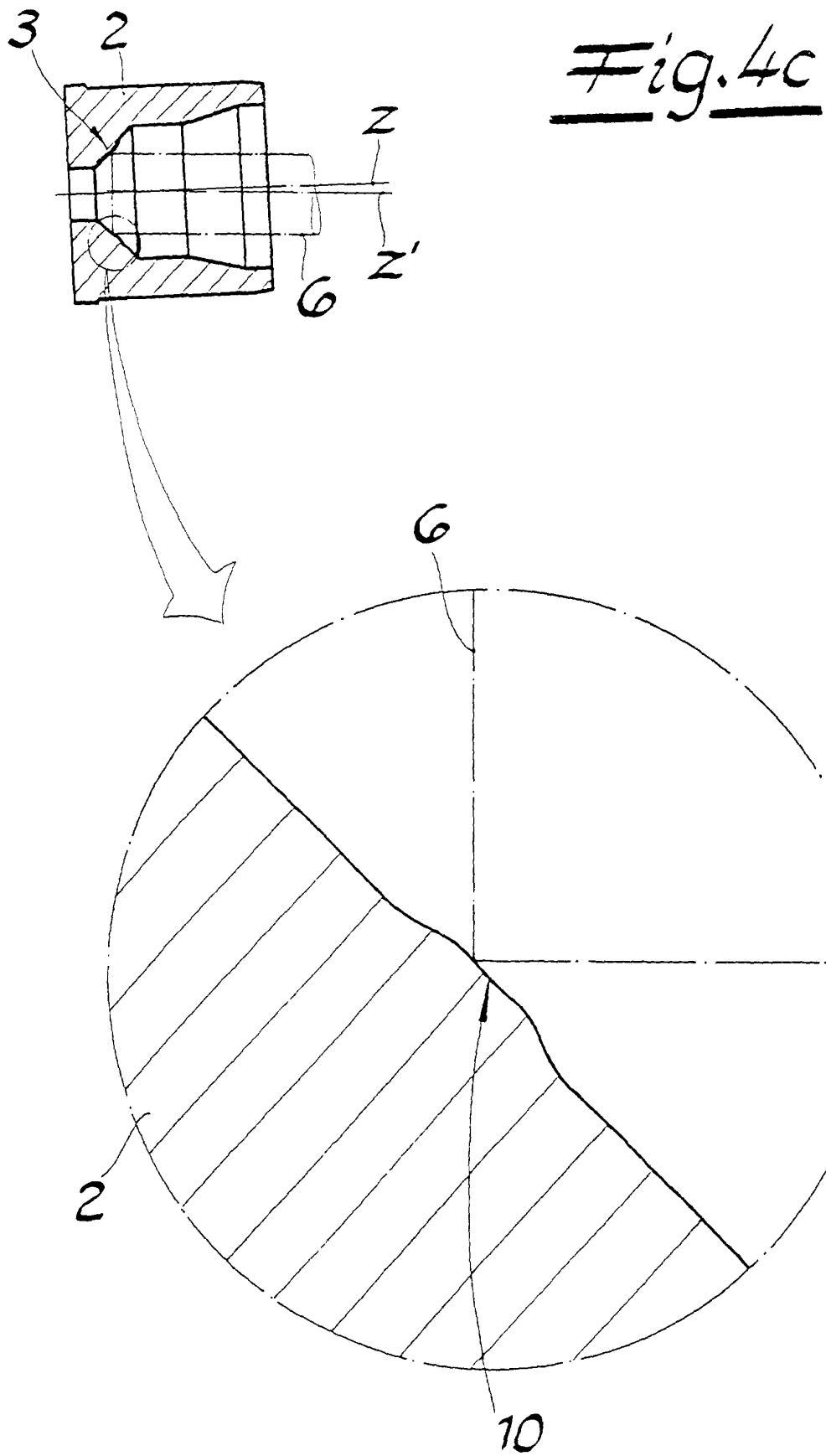


Fig. 4b







Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 01 11 3158

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int.Cl.7)
D, A	EP 0 955 128 A (ERNST THIELENHAUS GMBH & CO KG) 10. November 1999 (1999-11-10) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1	B24B15/02
A	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 1997, no. 07, 31. Juli 1997 (1997-07-31) -& JP 09 068134 A (HITACHI LTD), 11. März 1997 (1997-03-11) * Zusammenfassung; Abbildungen *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int.Cl.7)
			B24B
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort DEN HAAG		Abschlußdatum der Recherche 27. September 2001	Prüfer Garella, 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 (P04C03)

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

EP 01 11 3158

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente 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.

27-09-2001

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
EP 0955128	A	10-11-1999	US	6098958 A	08-08-2000
			EP	0955128 A2	10-11-1999
			US	6173494 B1	16-01-2001

JP 09068134	A	11-03-1997	KEINE		

EPO FORM P0461

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