

(12) **Österreichische Patentanmeldung**

(21) Anmeldenummer: A 69/2010
(22) Anmeldetag: 20.01.2010
(43) Veröffentlicht am: 15.08.2011

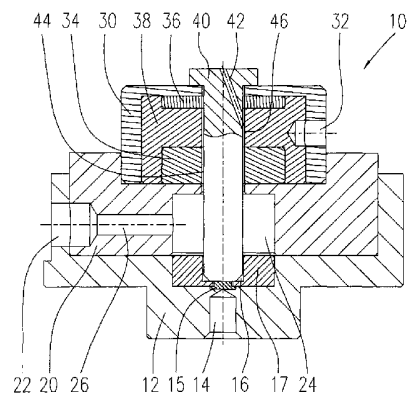
(51) Int. Cl. : **B23H 9/02** (2006.01)

(73) Patentanmelder:
MINEBEA CO., LTD.
KITASAKU-GUN (JP)

(72) Erfinder:
FLEIG JÜRGEN
ST. GEORGEN (DE)

(54) **VORRICHTUNG ZUM ELEKTRO-CHEMISCHEN ENTGRATEN EINES WERKSTÜCKS**

(57) Vorrichtung (10) zum elektro-chemischen Entgraten eines Werkstücks (40) als Teil eines fluiddynamischen Lagers, wobei die Vorrichtung (10) wenigstens eine Werkstückzentrierung (16) mit einer radialen Führungsfläche und einer axialen Anschlagfläche zur lagerichtigen Positionierung des Werkstück (40) aufweist, wobei die Vorrichtung (10) aus einem Vorrichtungsunterteil (12) mit einer Werkstückzentrierung (16), einem Zwischenteil (20) mit einem Elektrolytanschluss (22) und einem Elektrolytreservoir (24), sowie einem Oberteil (30) mit einem Entgratbereich (46) besteht, wobei der Entgratbereich (46) durch eine Werkzeugelektrode (38) und durch mindestens einen Isolator (34, 36) definiert ist.



Zusammenfassung

Vorrichtung (10) zum elektro-chemischen Entgraten eines Werkstücks (40) als Teil eines fluiddynamischen Lagers, wobei die Vorrichtung (10) wenigstens eine Werkstückzentrierung (16) mit einer radialen Führungsfläche und einer axialen Anschlagfläche zur lagerichtigen Positionierung des Werkstück (40) aufweist, wobei die Vorrichtung (10) aus einem Vorrichtungsunterteil (12) mit einer Werkstückzentrierung (16), einem Zwischenteil (20) mit einem Elektrolytanschluss (22) und einem Elektrolytreservoir (24), sowie einem Oberteil (30) mit einem Entgratbereich (46) besteht, wobei der Entgratbereich (46) durch eine Werkzeugelektrode (38) und durch mindestens einen Isolator (34, 36) definiert ist.

Fig.1

Gebiet der Erfindung

Die Erfindung bezieht sich auf eine Vorrichtung zum elektro-chemischen Entgraten eines Werkstücks, vorzugsweise eines Bauteils eines fluiddynamischen Lagers, wobei der Elektrodenkörper aus einem elektrisch leitenden Material besteht, dessen Oberfläche teilweise mit Isolatoren versehen ist, sodass ein nicht isolierter, freiliegender Bereich des Elektrodenkörpers für eine Entgratung des Werkstückes verbleibt.

Stand der Technik

Elektroden zur elektrochemischen Bearbeitung von metallischen Werkstücken (im folgenden auch kurz ECM-Elektroden genannt) werden in der Fertigungstechnik einerseits zur Einarbeitung von Bohrungen und Konturen an Bauteilen und andererseits zum Entgraten von schwer zugänglichen Bohrgraten eingesetzt. Der Materialabtrag am Werkstück erfolgt durch anodische Auflösung des elektrisch leitenden Werkstückes. Zur Bearbeitung wird ein Stromkreis zwischen Anode (Werkstück) und Kathode (Elektrode) über eine Elektrolytlösung, beispielsweise einer Natriumchlorid-Lösung, geschlossen. Das ECM-Verfahren arbeitet in der Regel mit einer Gleichspannung zwischen etwa 5 bis 30 Volt, wobei die Intensität des Materialabtrages über die Stromdichte und die Zeit, also die Strommenge, während der geschlossene Stromkreis, der auf die zu bearbeitende Stelle einwirkt, gesteuert wird.

Die Geometrie von ECM-Elektroden ist an die Geometrie der zu bearbeitenden Werkstücke sowie an die zu lösende Bearbeitungsaufgabe und die angestrebte Endkontur des Werkzeugs angepasst. Es ist bereits bekannt, das ECM-Verfahren zum Einarbeiten der Rillenstruktur in die Lageroberflächen von Fluidlagern zu verwenden. Hydrodynamische Lager werden beispielsweise in Spindelmotoren zum Antrieb von Festplattenspeichern eingesetzt. Zum Aufbau eines hydrodynamischen Druckes im Lagerspalt sind die Lageroberflächen mit

einer rillen- bzw. grabenförmigen Struktur versehen. In Folge einer rotatorischen Relativbewegung der beiden Lagerbauteile erzeugen diese Rillenstrukturen eine Pumpwirkung auf das Lagerfluid und somit einen Druck im Lagerspalt.

Damit das Lagerfluid im Lagerspalt zirkulieren kann, ist vorzugsweise ein sogenannter Rezirkulationskanal vorgesehen, der zwei Bereiche des Lagerspaltens verbindet, so dass sich Druckunterschiede zwischen diesen Bereichen ausgleichen können.

Fertigungstechnisch ist eine saubere Herstellung des Rezirkulationskanals in dem Werkstück (z. B. Welle) schwer zu bewerkstelligen, da am Bohreraustritt eine Gratbildung entsteht. Unter einem Grat wird eine scharfe, bei einem Bearbeitungs- oder Herstellungsvorgang entstandene Kante, Auffaserung oder Splitter verstanden.

Gerade bei fluiddynamischen Lagersystemen ist der Einsatz eines geneigten Rezirkulationskanals sehr häufig. Durch die Gratbildung am Bohrlochausgang des Werkstückes kommt es zu einer Beeinträchtigung der Lagerfläche bzw. der Spaltfläche in dem fluiddynamischen Lagersystem.

Diese Grate können nun beispielsweise durch Bürsten, Feilen, Schleifen, Fräsen, Gleitschleifen und thermisches Entgraten, entfernt werden. Jedoch entsteht bei einem geneigten Rezirkulationskanal eine ovale Austrittsöffnung mit einer in Neigrichtung spitz zulaufenden, sehr scharfen Kante. Die Form der Austrittsöffnung kann durch die genannten mechanischen Abtrageverfahren gerade im Bereich dieser Kante nicht zuverlässig beibehalten werden.

Durch die obengenannten spanabhebenden Verfahren lässt sich daher eine gezielte Entgratung des Bohrloches bei den vorliegenden geringen Werkstückgrößen nicht verwirklichen.

Gegenstand der Erfindung

Aufgabe der Erfindung ist es, eine gezielte und günstige Entgratung des Bohrloches bei fluiddynamischen Lagersystemen durchzuführen.

Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß durch eine Vorrichtung mit einer ECM-Elektrode gemäß den Merkmalen des Patentanspruchs 1 gelöst.

Bevorzugte Ausgestaltungen und weitere vorteilhafte Merkmale der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Die erfindungsgemäße Elektrode zeichnet sich dadurch aus, dass die Vorrichtung eine Werkstückzentrierung zur lagerichtigen Positionierung des Werkstücks aufweist, wobei in der Vorrichtung ein Entgratbereich durch die Werkzeugelektrode und durch mindestens einen Isolator definiert ist.

Wesentlicher Vorteil der Erfindung ist, dass das zu bearbeitende Werkstück in einer dafür vorgesehenen Vorrichtung lagerichtig positioniert wird und so eine gezielte Entgratung stattfindet. Die Vorrichtung besteht dabei aus einem Vorrichtungsunterteil mit Werkstückzentrierung für das Bauteil, zwei Polanschlüssen für die Spannung, einem Elektrolytanschluss mit Kanälen, einer Elektrode und Isolatoren. Die Werkstückzentrierung führt das Werkstück radial und verfügt über einen axialen Anschlag. Axial kommt es also zu einem Flächenkontakt zwischen Werkstück und Zentrierung, während radial ein minimaler Spalt verbleibt.

Durch die lagerichtige Aufnahme des Werkstücks in der Vorrichtung und die Anordnung der Isolatoren kann das Werkstück, z. B. eine Welle eines fluiddynamischen Lagers, gezielt an einer gewünschten Stelle bearbeitet werden. Dies stellt bei der industriellen Fertigung einen wesentlichen Vorteil hinsichtlich der Qualität und der wirtschaftlichen Fertigung dar. Durch die Bearbeitung der Welle in der dafür vorgesehenen Entgratvorrichtung kann eine wesentliche Reduzierung der Einrichtungs- und Entgratzeit erreicht werden.

Ferner arbeitet die elektro-chemische Abtragung (ECM = electro chemical machining) ohne einen nennenswerten Verschleiß des Werkzeuges (Kathode). Durch eine Elektrolyse findet das anodische Auflösen des metallischen Werkstücks statt. Hierbei bildet das Werkstück die Anode (=Pluspol) und das Werkzeug die Kathode (=Minuspol).

Der Stromkreis wird durch eine gut elektrisch leitende Elektrolyt-Lösung geschlossen. Diese hat den Vorteil, dass sie nicht nur umweltfreundlich sondern auch physiologisch unbedenklich ist. Als Elektrolyt-Lösungen können in Wasser gelöste neutral reagierende Salze dienen. Hierbei wird in rund 80 % der ECM Prozesse NaCl (Natriumchlorid) wegen seiner streuenden Wirkung für die grobe Bearbeitung von Graten an einer Vielfalt von Materialien eingesetzt. Wobei hingegen NaNO_3 (Natriumnitrat) durch seine niedrige Leitfähigkeit, die eine passivierende Wirkung hat, für geringere Abtragsmengen eingesetzt wird. Darüber hinaus besitzt Natriumnitrat die Eigenschaft, weniger korrosiv zu reagieren und es erzeugt bessere Oberflächenqualitäten, jedoch ist es teurer in der Anschaffung und der Abtrag pro Zeiteinheit ist geringer als bei Natriumchlorid.

Ein weiterer Vorteil der vorliegenden Erfindung ist, dass keine mechanischen Kräfte auf das Werkstück wirken. Der Abtrag des Grates erfolgt somit berührungslos.

Mithilfe der Elektrolytströmung lassen sich losgelöste Partikel nach der Bearbeitung leicht aus der Vorrichtung herauspülen und „unverbrauchte“ Ionen zuführen.

Die Vorrichtung zur Entgratung mithilfe einer ECM-Elektrode ist in einem Ausführungsbeispiel wie folgt beschrieben. Das Werkstück (z. B. eine Welle) wird mit dem bereits gebohrten Rezirkulationskanal in die Vorrichtung eingeführt. Dabei weist das Vorrichtungsunterteil einen Stromanschluss für den Pluspol auf und hat an einer Unterseite einem rechteckigen Zentriereinschnitt als Werkstückzentrierung für die lagerichtige Aufnahme des Wellenoberteils. Das Vorrichtungsunterteil, bzw. die Werkstückzentrierung ist mit dem Werkstück elektrisch kontaktiert. Durch den

Pluspolkontakt wird der Anodenstrom über das Vorrichtungsunterteil auf das Werkstück übertragen. Ein weiterer Polanschluss (Minuspol) befindet sich im Oberteil der Vorrichtung und ist direkt mit der Werkzeugelektrode verbunden. Mithilfe von Isolatoren, die in die Vorrichtung integriert sind, findet lediglich nur an der gewünschten Stelle eine elektro-chemische Bearbeitung statt. Durch einen seitlichen Anschluss wird die Elektrolyt-Lösung in die Vorrichtung eingeleitet und gezielt über Kanäle an die zu bearbeitende Stelle geleitet. Durch das Anlegen einer Spannung kommt es zum anodischen Auflösen des metallischen Werkstoffes durch eine Elektrolyse.

Bei der elektrischen Kontaktierung des Werkstücks, bzw. der Welle, kann es vorkommen, dass in den Spalten um den Kontaktpunkt herum Schweißspritzer entstehen, die ungünstig Material auf dem Werkstück aufwerfen. In einer alternativen Ausgestaltung der Erfindung wird daher die Werkstückzentrierung aus einem Isolator gebildet, der sich zumindest über den radialen Führungsbereich der Werksrückzentrierung erstreckt und aus einem Kontaktkörper im Bereich des axialen Anschlags.

Ein Stromfluss erfolgt nur noch über den Kontaktkörper im Bereich des axialen Anschlags der Werkstückzentrierung. Dadurch ist sichergestellt, dass ein Strom nur über die Kontaktfläche fließen kann, nicht aber in dem Bereich der radialen Führungsfläche der Werkstückzentrierung. Der Isolator und der Kontaktkörper sind bevorzugt in das Vorrichtungsunterteil eingepresst oder verklebt. Als Isolator bieten sich Kunststoffe und Harze an. Der Kontaktkörper wird bevorzugt aus einem Material mit sehr guten elektrischen Leiteigenschaften hergestellt, wie etwa Titan.

In einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung verfügt die Vorrichtung zusätzlich über einen Niederhalter, der das Werkstück in seiner Position fixiert und gegen die Werkstückzentrierung des Vorrichtungsunterteils klemmt. Das Werkstück wird also von oben in das Vorrichtungsunterteil eingeschoben und durch einen Niederhalter an einer oberen Endfläche geklemmt. Durch den Niederhalter kann eine zweite Werkstückzentrierung bereit gestellt werden, die die Präzision der Positionierung des Werkstücks noch erhöht.

Der Niederhalter kann zusätzlich über einen Polanschluss (Pluspol) mit dem Werkstück verbunden werden. Da sich in diesem Bereich keine ECM-Lösung befindet, können Schweißspritzer vermieden werden; auf eine Kontaktierung über das Vorrichtungunterteil kann damit verzichtet werden.

Die Masse des gelösten Werkstoffes ist durch $I \cdot t$ bestimmt. Was bedeutet, dass mit dem Strom [I] und der Zeit [t] sich der Abtrag des Grates gezielt steuern lässt.

Im Bearbeitungsspalt gilt $I = U/R$, wobei der mit der Elektrolytlösung gefüllte Spalt der Ohm'sche Widerstand ist. R ist somit abhängig von der Spaltweite und von der Elektrolytkonzentration (Leitfähigkeit).

Die Erfindung wird nachfolgend anhand mehrerer Ausführungsbeispiele mit Bezugnahme auf die Zeichnungen näher beschrieben. Aus den Zeichnungen und ihrer Beschreibung ergeben sich weitere Vorteile und Merkmale der Erfindung.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

- Figur 1 schematischer Schnitt durch eine Vorrichtung mit einer ECM-Elektrode in einer ersten Ausführung
- Figur 2a schematischer Schnitt durch eine Vorrichtung mit einer ECM-Elektrode in einer zweiten Ausführung
- Figur 2b schematischer Schnitt wie Figur 2a, jedoch mit einem geraden Rezirkulationskanal
- Figur 3a schematischer Schnitt durch eine Vorrichtung mit einer ECM-Elektrode mit einer stiftähnlichen Werkzeugelektrode

Figur 3b Draufsicht einer Elektrode nach Figur 3a

Figur 4 schematischer Schnitt durch eine Vorrichtung mit einer ECM-Elektrode und einem Niederhalter

Figur 5a schematischer Schnitt durch einen Spindelmotor mit einem fluiddynamischen Lagersystem

Figur 5b ein vergrößerter Teilschnitt des Spindelmotors von Figur 5a im Bereich der Welle.

Beschreibung der bevorzugten Ausführungsbeispiele der Erfindung

Die Figur 5a zeigt einen Schnitt durch einen Spindelmotor mit einem erfindungsgemäßen fluiddynamischen Lagersystem. Der Spindelmotor umfasst eine feststehende Lagerbuchse 50, die eine zentrale Bohrung aufweist und das feststehende Bauteil des Lagersystems ausbildet. In die Bohrung der Lagerbuchse 50 ist eine Welle 52 eingesetzt, deren Durchmesser geringfügig kleiner ist, als der Durchmesser der Bohrung. Zwischen den Oberflächen der Lagerbuchse 50 und der Welle 52 verbleibt ein Lagerspalt 56. Die einander gegenüberliegenden Oberflächen der Welle 52 und der Lagerbuchse 50 bilden zwei fluiddynamische Radiallager 60, 62 aus, mittels denen die Welle 52 um eine Rotationsachse 58 drehbar in der Lagerbuchse 50 gelagert ist. Die Radiallager 60, 62 sind durch Lagerstrukturen gekennzeichnet, die auf die Oberfläche der Welle 52 und/oder der Lagerbuchse 50 aufgebracht sind. Der Lagerspalt 56 ist mit einem geeigneten Lagerfluid, beispielsweise einem Lageröl, gefüllt. Die Lagerstrukturen der Radiallager 60, 62 üben bei Rotation der Welle 52 eine Pumpwirkung auf das im Lagerspalt 56 zwischen Welle 52 und Lagerbuchse 50 befindlichen Lagerfluid aus. Dadurch wird im Lagerspalt ein Druck aufgebaut, der die Radiallager 60, 62 tragfähig macht.

An der Unterseite der Welle 52 ist ein einteilig mit der Welle oder ein separat ausgebildeter Stopperring 54 angeordnet, der einen vergrößerten

Außendurchmesser im Vergleich zum Wellendurchmesser aufweist. Der Stoppering 54 verhindert ein Herausfallen der Welle 52 aus der Lagerbuchse 50. Das Lager ist an dieser Seite der Lagerbuchse 50 durch eine Abdeckplatte 70 verschlossen.

Zwischen den Oberflächen des Stopperings 54 und den Oberflächen der Lagerbuchse 50 bzw. der Abdeckplatte 70 verbleibt ein mit Lagerfluid gefüllter Spalt 56, der mit dem Lagerspalt verbunden ist. Der Stoppering 54 dreht sich also zusammen mit der Welle innerhalb der Aussparung zwischen Lagerbuchse 50 und Abdeckplatte 70 im Lagerfluid. Durch die einander zugeordneten Lagerflächen von Lagerbuchse 50 und Stoppering 54 und / oder von Stoppering 54 und / oder Abdeckplatte 70 sind weitere Lagerstrukturen ausgebildet die als Axiallager 64 dienen.

Ein freies Ende der Welle 52 ist mit einem topfförmigen Rotorbauteil 68 verbunden, welches die Lagerbuchse 50 teilweise umgibt. Der Lagerspalt 56 umfasst einen axialen Abschnitt, der sich entlang der Welle 50 und der beiden Radiallager 60, 62 erstreckt, und einen radialen Abschnitt, der sich entlang der Stirnseite der Lagerbuchse 50 und des Axiallagers 64 erstreckt.

In der Welle 52 ist ein Rezirkulationskanal 66 vorgesehen sein, der einen Abschnitt unterhalb des Stopperings 54 und einem Bereich zwischen den beiden Radiallagern 60, 62 verbindet und eine Zirkulation des Lagerfluids unterstützt. Der Rezirkulationskanal 66 wird in die Welle 52 gebohrt und mündet an der Oberfläche der Welle 52. An der Austrittsöffnung des Bohrloches des Rezirkulationskanals 66 bildet sich ein Grat, der entfernt werden muss.

Die Lagerbuchse 50 ist in einer Basisplatte 80 des Spindelmotors angeordnet. Die Lagerbuchse 50 umgibt eine an der Basisplatte 80 angeordnete Statoranordnung 82, welche aus einem ferromagnetischen Statorblechpaket sowie aus entsprechenden Statorwicklungen besteht. Diese Statoranordnung 82 ist in einem radialen Abstand von einem ringförmigen Rotormagneten 84 umgeben.

In Figur 1 wird eine erste Ausführungsform der vorliegenden Erfindung gezeigt. Die Vorrichtung 10 dient als Führungswerkzeug für die Bearbeitung eines Werkstückes 40 mithilfe der elektrochemischen Abtragung (ECM). Die Vorrichtung dient erfindungsgemäß zum Entgraten von Bohrungen beispielsweise der Austrittsöffnung des Rezirkulationskanals 66 an der Welle 52 des fluiddynamischen Lagers aus Figur 5a. Die Vorrichtung umfasst ein Vorrichtungsunterteil 12, ein Zwischenteil 20 mit einem Elektrolytreservoir 24 und ein Oberteil 30 mit einer Werkzeugelektrode 38.

Die Vorrichtung 10 kann vorzugsweise aus einem Metall bestehen, sie kann jedoch mit Ausnahme der Elektroden auch aus anderen Materialien wie z. B. Kunststoff hergestellt werden. Entscheidend ist jedoch, dass die Vorrichtung 10 über isolierende Bereiche und nicht isolierende Bereiche verfügt, um eine gezielte elektrochemische Bearbeitung zu ermöglichen.

Um eine lagerichtige Positionierung des Werkstückes 40 in der Vorrichtung 10 zu gewährleisten, ist in dem Vorrichtungsunterteil 12 eine Werkstückzentrierung 16 vorgesehen. Das Werkstück 40 wird durch die Zentrierung 16 aufgenommen und kann somit nicht mehr seitlich verschoben werden. Zusätzlich dient die Zentrierung als Höhenanschlag, um die richtige vertikale Positionierung des Werkstückes 40 innerhalb der Vorrichtung 10 gegenüber der Werkzeugelektrode 38 zu erreichen. An der Außenseite weist das Vorrichtungsunterteil 12 einen Stromanschluss für einen Polkontakt 14 auf. Dieser dient als Pluspolkontakt (Anode) und überträgt den Anodenstrom über das Vorrichtungsunterteil 12 zu dem Kontaktkörper 15 und von dort auf das Werkstück 40. Der Kontaktkörper 15 ist aus einem Material mit sehr guter Leitfähigkeit, hier aus Titan, gefertigt. Um Schweißspritzer zu vermeiden, ist die Kontaktfläche zwischen Kontaktkörper 15 und Werkstück 40 reduziert. Hierzu ist in dem Vorrichtungsunterteil 12 ein Isolationskörper 17 eingesetzt. Dieser kann auf geeignete Weise befestigt werden, zum Beispiel eingepresst oder eingeklebt sein. Der Isolator 17 übernimmt die Funktion der Zentrierung und vermindert die Kontaktierungsfläche.

Das Zwischenteil 20 wird durch die topfförmigen Gehäusewände des Vorrichtungunterteils 12 aufgenommen. Es umfasst einen Elektrolytanschluss 22 mit einem Kanal 26, der zu einem mittigen Elektrolytreservoir 24 verläuft. Durch den Anschluss 22 wird die Elektrolyt-Lösung leckfrei der Vorrichtung 10 zugeführt. Als Elektrolyt-Lösung werden sämtliche Lösungen beansprucht, die für einen Ladungsaustausch durch einen angelegten Strom dienen. Das zu bearbeitende Werkstück 40 erstreckt sich durch das Elektrolytreservoir 24 und tritt somit mit der Lösung in Kontakt.

Das Oberteil 30 wird durch eine Ausbuchtung im oberen Bereich des Zwischenteils 20 aufgenommen und umfasst einen Polkontaktanschluss 32, Isolatoren 34, 36 und eine Werkzeugelektrode 38. Die Gehäusewände des Oberteils 30 sind weitgehend isolierend ausgebildet, lassen jedoch einen gewissen Bereich für die Werkzeugelektrode 38 frei. Durch die Ausgestaltung der Werkzeugelektrode 38 und die Positionierung der Isolatoren 34, 36 ist eine gezielte Bearbeitung der Welle 40 möglich. Die Vorrichtung 10 ist so ausgelegt, dass bei einem Einschub des Werkstückes 40 bis zum Anschlag der Werkstückzentrierung 16, die Werkzeugelektrode 38 genau den Bereich bearbeitet, der durch die Bohrung des Rezirkulationskanals 42 eine Gratbildung aufweist. Die Werkzeugelektrode 38 besteht dabei aus einem elektrisch leitenden Material, wobei bestimmte Bereiche der Oberfläche teilweise mit Isolatoren 34, 36 versehen sind. Die Isolatoren 34, 36 grenzen den Entgratungsbereich 46 ein und ermöglichen so eine gezielte Bearbeitung des Werkstückes 40. Dementsprechend ist die Position der Werkzeugelektrode 38 relativ zur der Vorrichtung ausgerichtet – es findet somit eine lagerichtige Positionierung des Werkstückes statt.

Ausgehend von dem Elektrolytreservoir 24 bildet sich ein Spalt 44 aus, der einerseits durch das Werkstück 40 und andererseits durch die Isolatoren 34, 36 sowie die Werkzeugelektrode 38 seitlich begrenzt wird. In dem Spalt 44 erfolgt der Elektrolytfluss. Zusätzlich ermöglicht er einen Abfluss der gelösten Partikel aus dem Spalt 44 und führt „unverbrauchte“ Ionen der Bearbeitungsstelle zu.

Figur 2a zeigt eine Vorrichtung mit einer ECM-Elektrode, wobei der durch die Werkzeugelektrode zu bearbeitende Bereich als schmaler Steg ausgebildet ist. Dieser Bereich befindet sich auf der rechten, unteren Seite des Oberteils 30' der Vorrichtung und ist durch die isolierende Gehäusewand 30' und den Isolator 36 eingegrenzt. Durch die Ausbildung des schmalen, stiftähnlichen Entgratungsbereichs 46' der Werkzeugelektrode 38' lässt sich in diesem Ausführungsbeispiel gezielt der Grat eines, zur Wellenachse parallelen, Bohrloches in dem Stoperring 54 bearbeiten. Dabei ist die Größe des nicht isolierten Bereiches der Werkzeugelektrode 38' angepasst an die Größe des Bohrloches bzw. Rezirkulationskanals 42' in dem Stoperring 54.

Die Ausbildung des nicht isolierten Arbeitsbereiches der Werkzeugelektrode 38' verläuft bei diesem Ausführungsbeispiel leicht schräg, um möglich dicht in die Ecke zwischen Stoperring 54 und Welle 52, nahe der Austrittsöffnung, hineinzuragen.

In Figur 2b wird eine Werkzeugelektrode 38'', ähnlich wie in Figur 2a, gezeigt, wobei hier der nicht isolierte Entgratungsbereich 46'' der Werkzeugelektrode gerade ausgebildet ist. Dieser befindet sich relativ nahe an dem durch das Werkstück 40' und durch den Isolator 36'' gebildeten Spalt.

In der Figur 3a wird eine weitere Ausführungsform der Werkzeugelektrode gezeigt. Hierbei ist die Werkzeugelektrode 38a stiftähnlich ausgebildet. Die Vorrichtung ist zweigeteilt und besteht aus einem Vorrichtungsunterteil 12' mit Zwischenteil 20' sowie einem separaten Oberteil mit einer Werkzeugelektrode 38''' und einem Elektrodenstift 38a. Der Vorrichtungsunterteil 12' verfügt über einen Polkontakt 14 und einer Werkstückzentrierung 16. Der Zwischenteil 20' umfasst einen Elektrolytanschluss 22 mit einem Elektrolytreservoir 24. Zwischen dem Werkstück 40' und dem Zwischenteil 20' bildet sich ein Spalt 44 für die Elektrolyt-Lösung aus. Das Werkstück 40', dass in diesem Ausführungsbeispiel als Welle mit einem Absatz, einem Stoperring 54 ausgebildet ist, wird komplett in die Vorrichtung geschoben – es besteht ein Kontakt mit dem Absatz der Welle und dem Zwischenteil 20'.

Die Werkzeugelektrode 38''' verfügt über einen Polanschluss 32' sowie einen oberhalb der Elektrode angeordneten Isolator 36'''. Der Isolator 36''' wird von einem

Elektrodenstift 38a durchbrochen. Die Erfindung ist hierbei nicht auf einen Elektrodenstift begrenzt, es können auch mehrere Stifte auf der Werkzeugelektrode 38''' angeordnet sein. Dies wird beispielweise in der Figur 3b gezeigt, wobei hier die Elektrodenstifte 38a ringförmig angeordnet sind.

Figur 4 zeigt im Wesentlichen den Aufbau der Entgratvorrichtung 10 aus Figur 1. Im Unterschied dazu weist die Entgratvorrichtung der Figur 4 im Bereich des Vorrichtungsunterteils 12' keinen Kontaktkörper und keinen Isolator auf. Stattdessen ist in dieser Darstellung ein Niederhalter 11 gezeigt, der aus einer Hülse 18, einem Isolator 17' und einem Kontaktkörper 15' besteht. Die Kontaktierung des Werkstücks erfolgt über einen Polkontakt 14' an dem Niederhalter in einem Bereich, der nicht durch die ECM-Lösung benetzt ist. Dadurch lassen sich die zuvor beschriebenen Schweißspritzer vermeiden.

Der Niederhalter fixiert das Werkstück in einer Werkstückzentrierung (16') nicht nur in axialer Richtung, sondern auch in radialer Richtung, wodurch eine konstante Spaltbreite gewährleistet werden kann.

Alternativ kann der Kontaktkörper auch zweiteilig ausgeführt sein, etwa aus einem großen und günstigen Grundkörper und, im Bereich der Kontaktierung zum Werkstück, aus einem sehr gut leitenden Übertragungskörper aus etwa Titan oder Gold oder dergleichen.

Liste der Bezugszeichen

10	Entgratvorrichtung
11	Niederhalter
12	Vorrichtungsunterteil
14	Polkontakt (Pluspol)
15	Kontaktkörper
16	Werkstückzentrierung
17	Isolator
18	Hülse
20	Zwischenteil
22	Elektrolytanschluss
24	Elektrolytreservoir
26	Kanal
30	Oberteil
32	Polkontakt (Minuspol)
34	Isolator
36	Isolator
38	Werkzeugelektrode
38a	Elektrodenstift
40	Werkstück
42	Rezirkulationskanal
44	Spalt
46	Entgratungsbereich
50	Lagerbuchse
52	Welle
54	Stoppering
56	Lagerspalt
58	Rotationsachse
60	Radiallager
62	Radiallager
64	Axiallager

- 66 Rezirkulationskanal
- 68 Rotorbauteil
- 70 Abdeckplatte
- 80 Basisplatte
- 82 Statoranordnung
- 84 Rotormagnet

Patentansprüche:

G I B L E R & P O T H
P a t e n t a n w ä l t e O E G

Dorotheergasse 7 – A-1010 Wien – patent@aon.at
Tel: +43 (1) 512 10 98 – Fax: +43 (1) 513 47 76

Patentansprüche

1. Vorrichtung (10) zum elektro-chemischen Entgraten eines Werkstücks (40) als Teil eines fluiddynamischen Lagers, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (10) wenigstens eine Werkstückzentrierung (16) mit einer radialen Führungsfläche und einer axialen Anschlagfläche zur lagerichtigen Positionierung des Werkstück (40) aufweist, wobei die Vorrichtung (10) aus einem Vorrichtungsunterteil (12) mit einer Werkstückzentrierung (16), einem Zwischenteil (20) mit einem Elektrolytanschluss (22) und einem Elektrolytreservoir (24), sowie einem Oberteil (30) mit einem Entgratbereich (46) besteht, wobei der Entgratbereich (46) durch eine Werkzeugelektrode (38) und durch mindestens einen Isolator (34, 36) definiert ist.
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Werkzeugelektrode (38) stiftähnlich ausgebildet ist.
3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Werkzeugelektrode (38) über mindestens einen hervorstehenden Elektrodenstift (38a) verfügt.
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Oberteil (30) eine isolierte Gehäusewand aufweist, die einen schmalen, nicht-isolierten Bereich für die Werkzeugelektrode (38) freilässt.
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung (10) zweigeteilt ausgebildet ist, wobei ein Teil aus dem Vorrichtungsunterteil (12) und dem Zwischenteil (20) besteht und ein Teil aus der Werkzeugelektrode (38) mit mindestens einem Isolator (34,36).

6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung über einen Niederhalter (11) verfügt.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Werkstückzentrierung (16, 16') über einen Isolator (17, 17') im Bereich der radialen Führung und einen Kontaktkörper (15, 15') im Bereich des axialen Anschlags verfügt.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Vorrichtung im Bereich des Vorrichtungsunterteils (12) und / oder im Bereich des Niederhalters (11) über einen Polanschluss (14, 14') verfügt, der das Werkstück (40) über einen Kontaktkörper (15, 15') mit Strom versorgt.

Der Patentanwalt:

G I B L E R & P O T H
P a t e n t a n w a l t e O E G
Dorotheergasse 7 - A-1010 Wien - patent@aon.at
Tel: +43 (1) 512 10 98 - Fax: +43 (1) 513 47 76

000835

Fig. 1

1/5

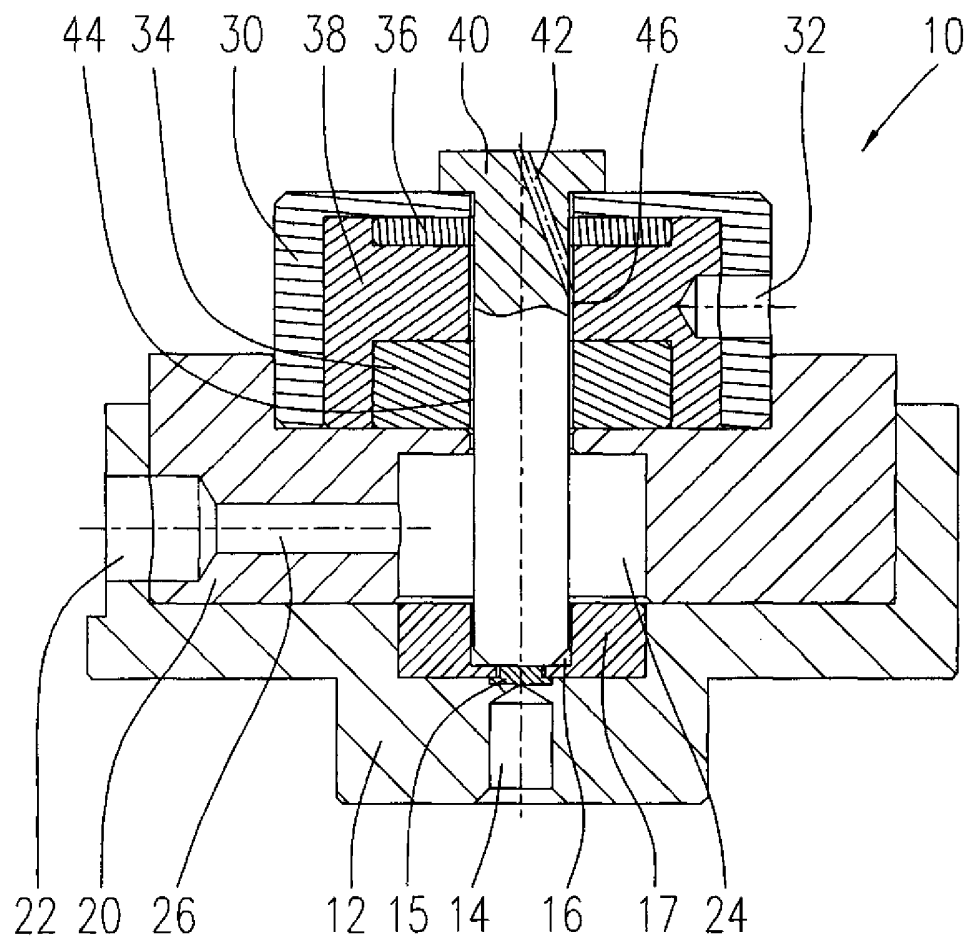


Fig. 2a

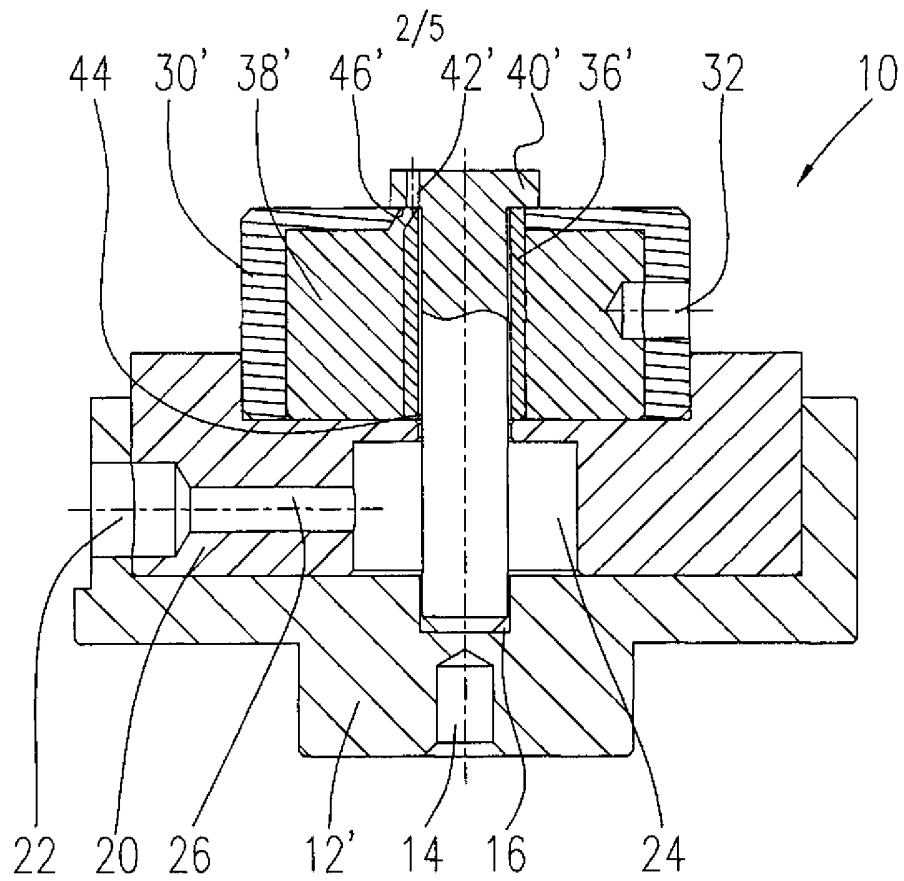


Fig. 2b

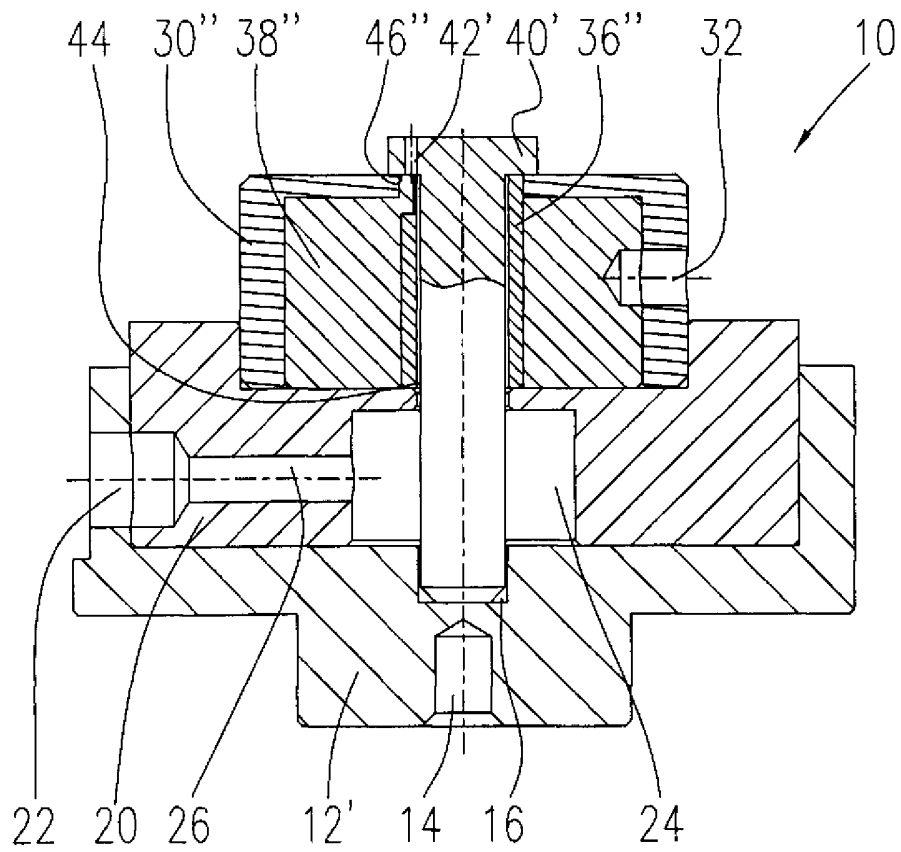


Fig. 3a

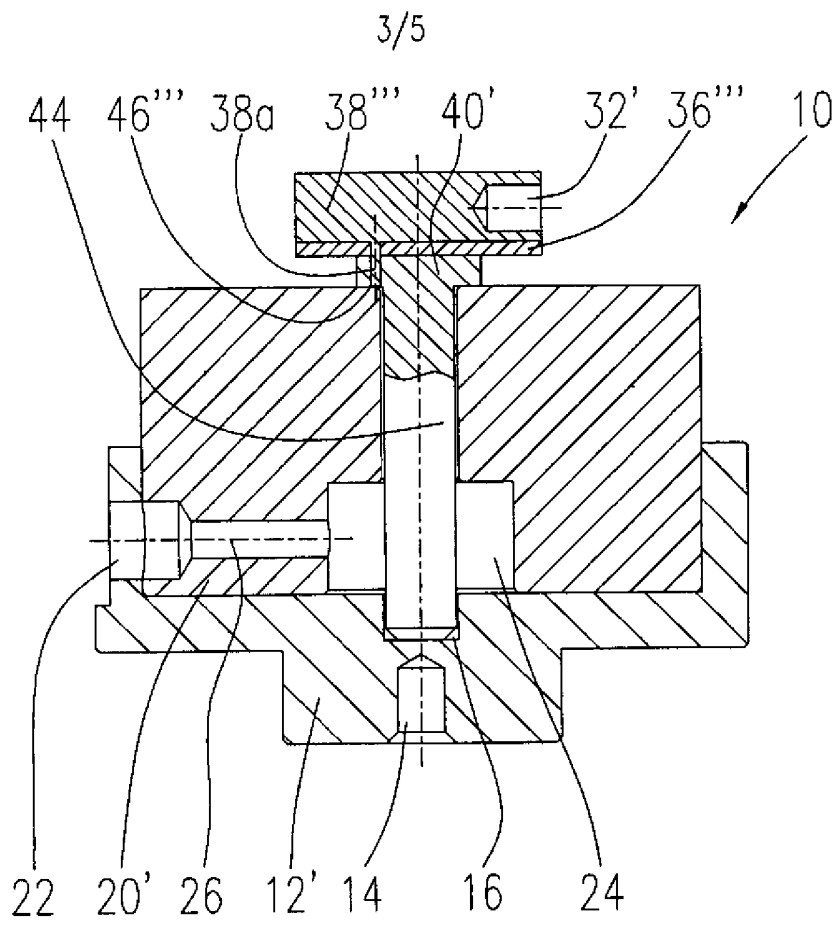


Fig. 3b

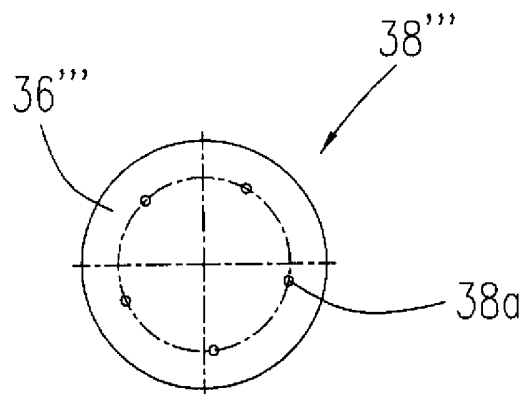


Fig. 4

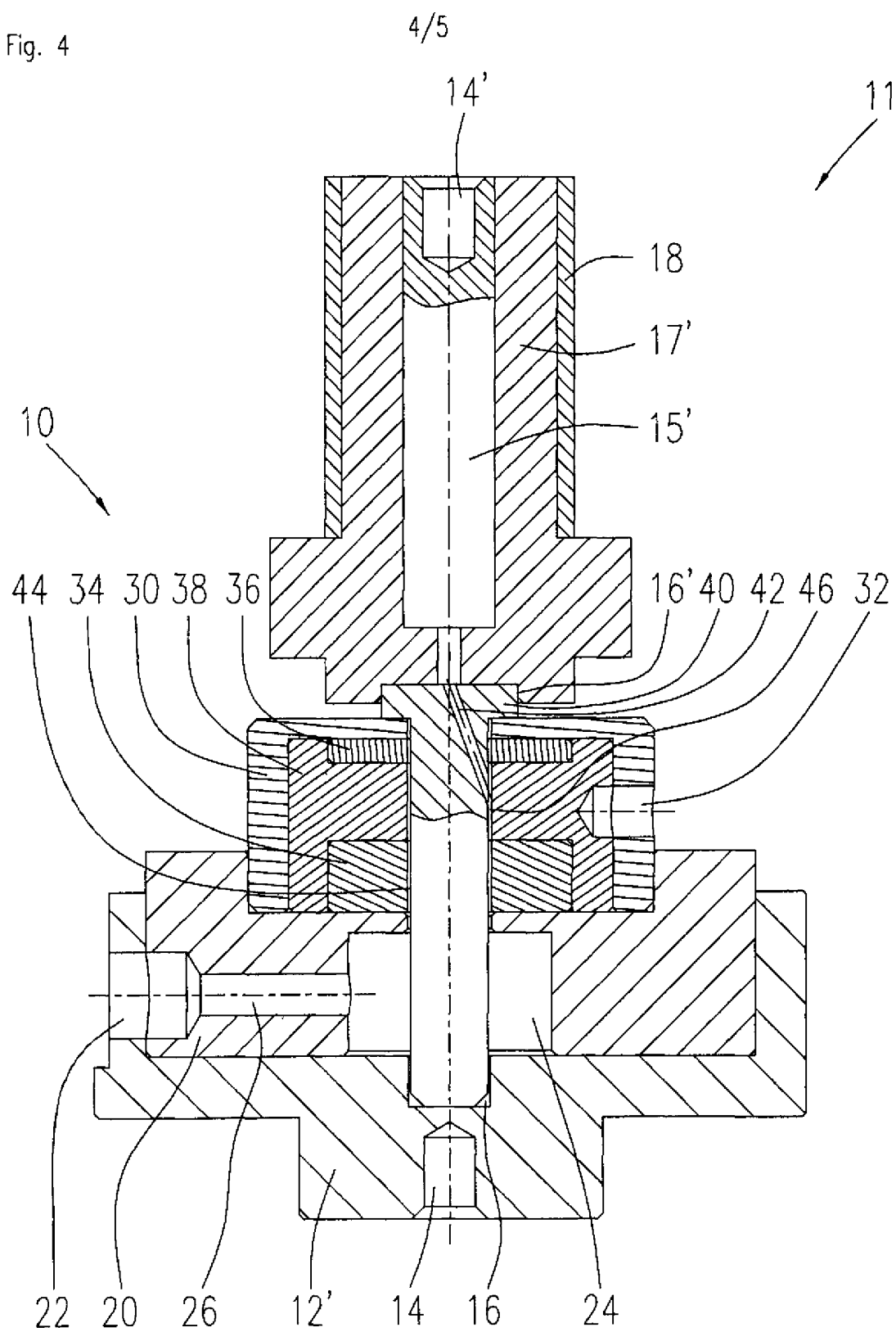


Fig. 5b

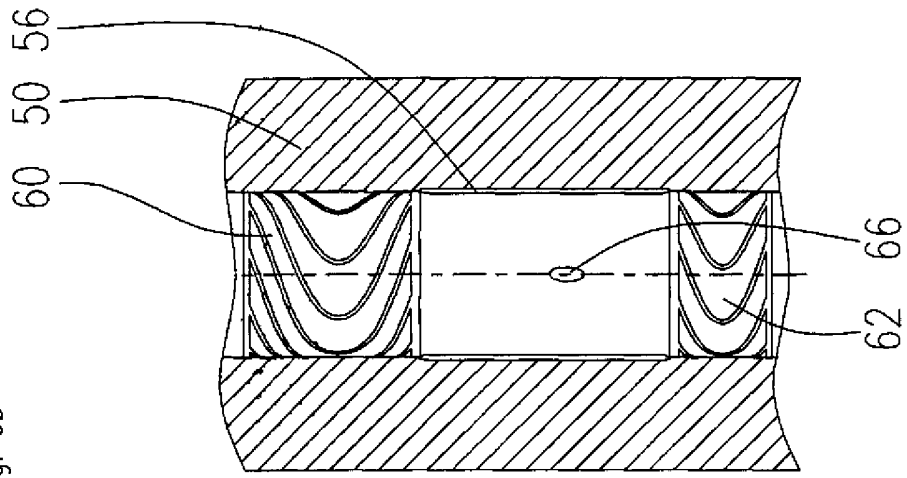


Fig. 5a

