

(19)



Europäisches Patentamt

European Patent Office

Office européen des brevets



(11)

EP 0 781 627 B1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des
Hinweises auf die Patenterteilung:
22.03.2000 Patentblatt 2000/12

(51) Int Cl.7: **B24B 5/42**, B24B 35/00

(21) Anmeldenummer: **95120683.8**

(22) Anmeldetag: **28.12.1995**

(54) **Feinstbearbeitungsmaschine**

Superfinishing machine

Machine de micro-finition

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE FR GB

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:
02.07.1997 Patentblatt 1997/27

(73) Patentinhaber: **Supfina Grieshaber GmbH & Co.**
D-42859 Remscheid (DE)

(72) Erfinder: **Steinwender, Horst**
42289 Wuppertal (DE)

(74) Vertreter: **Dreiss, Fuhlendorf, Steimle & Becker,**
Patentanwälte
Postfach 10 37 62
70032 Stuttgart (DE)

(56) Entgegenhaltungen:
EP-A- 0 161 748 **EP-A- 0 338 224**
FR-A- 2 079 743

EP 0 781 627 B1

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist. (Art. 99(1) Europäisches Patentübereinkommen).

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Feinstbearbeitungsmaschine zum Bearbeiten von zylindrischen Innen- oder Außenflächen eines Werkstücks, mit wenigstens einem an der Innen- oder Außenfläche des Werkstücks anliegenden Finishelement, mit einem Spannmittel um das Finishelement gegen die zu bearbeitende Oberfläche zu pressen, und mit Mitteln zum Erzeugen einer Relativbewegung zwischen dem Werkstück und dem Finishelement, wobei das Finishelement wenigstens eine die zu bearbeitende Oberfläche teilweise umgreifende C-förmige Schale aufweist, wobei die Schale derart flexibel ist, daß sie sich radial an die zu bearbeitende Oberfläche kreisgeometrisch anpassen kann.

[0002] Derartige Feinstbearbeitungsmaschinen, die auch als Honmaschinen oder Superfinishmaschinen bezeichnet werden, sind in einer Vielzahl bekannt. Mit diesen Maschinen werden z.B. die Oberflächen von Kurbelwellenlagern oder -zapfen oder es werden die Oberflächen von Nockenwellenlagern bearbeitet. Mit derartigen Maschinen wird einerseits die Oberflächen-güte der Lagerstellen, andererseits die gewünschte Rundheit erzielt. Bei der Feinstbearbeitung wird ein Finishstein entweder direkt oder eine Schale unter Zwischenschaltung eines Schleifbandes auf die zu bearbeitende Oberfläche des Werkstücks aufgepreßt und das Werkstück wird in der Regel in Drehung versetzt. Gleichzeitig kann das Werkstück eine axiale Oszillationsbewegung durchführen, so daß ein sog. Kreuzschliff entsteht. Die Oszillationsbewegung kann aber auch vom Werkzeug durchgeführt werden.

[0003] Es ist bekannt, ein textiles Schneidband mit einer relativ weichen Schale, die z.B. aus Vulcolan besteht, auf die zu bearbeitende Wellenoberfläche zu pressen. Mit dieser weichen Schale ist es zwar möglich, das textile Schleifband über eine große Fläche auf die zu bearbeitende Oberfläche anzudrücken, wobei der während des Bearbeitungsvorgangs sich ändernde Durchmesser der Welle nahezu keine Rolle spielt. Als nachteilig hat sich jedoch herausgestellt, daß sich das textile Schleifband bei wässrigen Schmiermittelemlusionen voll saugt und dadurch quillt. Außerdem sind mit weichen Schalen keine oder nur geringe Formkorrekturen an der Welle möglich, da Welligkeiten nicht vollständig abgeschliffen werden.

[0004] Formkorrekturen können dagegen mit harten Schalen erreicht werden, die bei welligen Oberflächen auf den Spitzen der Wellen aufliegen und diese abtragen. Es kann also die Form der Schale auf die Welle übertragen werden. Hierbei ist jedoch ein inkompressibles Band erforderlich (EP-A-161 748). Als nachteilig hat sich bei diesen harten Schalen herausgestellt, daß sie aufgrund ihrer Steifigkeit nur bei einem ganz bestimmten Durchmesser das Schleifband optimal auf die Wellenoberfläche aufpressen. Ist der Wellendurchmesser, wenn auch nur geringfügig, größer, dann drückt die harte Schale das Schleifband im wesentlichen über

zwei linienförmige Bereiche an die Wellenoberfläche an, wobei die linienförmigen Bereiche im wesentlichen an den in Umfangsrichtung gesehenen Enden der Schale sind. Bei kleinerem Durchmesser preßt die harte Schale das Schleifband lediglich in einem kleinen mittleren Bereich auf die Welle auf. Es ist also dann, wenn der Durchmesser der Welle nicht exakt dem Durchmesser der Ausnehmung des Schuhs entspricht gewährleistet, daß das Schleifband vollflächig auf die Welle aufgepreßt wird. Außerdem hat sich gezeigt, daß bei Wellen mit zu großem Durchmesser, was immer bei geschliffenen und noch nicht feinstbearbeiteten Wellen der Fall ist, die vorderen und hinteren Kanten des harten Schuhs der Welligkeit der Zylinderoberfläche folgt. Eine Formkorrektur ist hier also kaum möglich.

[0005] Wird die Welle nicht mit einem Schleifband sondern mit einem Finishstein bearbeitet, dann stellt sich das oben angesprochene Problem der Formkorrektur nicht, da sich der Stein durch permanenten Verschleiß dem Radius der Welle anpaßt, was bei der Verwendung eines Schleifbandes nicht der Fall ist.

[0006] Aus der EP 338 224 A2 ist eine Vorrichtung zur Feinbearbeitung der Hubzapfen von Kurbelwellen bekannt geworden, bei der Andruckelemente für das Schleifband in Umfangsrichtung verlaufende Schlitze aufweist. Diese Vorrichtung wird als der nächstliegenden Stand der Technik angesehen und hat die Merkmale des Oberbegriffes des Anspruchs 1.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Feinstbearbeitungsmaschine bereitzustellen, mit der beim Superfinishen ein optimales Arbeitsergebnis erzielt werden kann.

[0008] Diese Aufgabe wird erfindungsgemäß mit einer Feinstbearbeitungsmaschine gelöst, die die Merkmale des Anspruchs 1 aufweist sowie ein Finishelement mit den Merkmalen des Anspruchs 14.

[0009] Durch die flexible Ausgestaltung der Schale wird nunmehr die Möglichkeit geschaffen, daß sie bei sich veränderndem Durchmesser des Werkstücks radial nachgeführt werden kann, so daß sie jederzeit über ihre gesamte Länge am Werkstück kreisgeometrisch anliegen kann. Hierdurch wird der Vorteil erzielt, daß der örtliche Anpreßdruck konstant bleibt und daß das Schleifband optimal ausgenutzt wird. Auf diese Weise paßt sich die Schale während der Bearbeitung permanent an den sich ändernden Durchmesser der zu bearbeitenden Werkstückoberfläche an. Es können also die Spitzen von Welligkeiten abgetragen und eine Formkorrektur erzielt werden. Derartige Schalen sind demnach adaptiv.

[0010] Durch den randoffenen Schlitz erhält die in der Regel aus einem starren, unnachgiebigen Material hergestellte Schale eine gewisse Flexibilität bzw. Elastizität. Die Schlitze verlaufen dabei radial bzw. strahlenförmig zum Werkstück, so daß die Schale orthogonal zu den Strahlen geringfügig verformbar und dadurch der Umschlingungsdurchmesser veränderbar ist. Auf diese Weise kann die Krümmung der Schale an unterschied-

liche Bearbeitungsdurchmesser angepaßt werden. Die Veränderung liegt dabei im Bereich von einigen µm.

[0011] Eine weitere Ausführungsform sieht vor, daß beide Oberflächen mit Schlitzten versehen sind. Auf diese Weise erhält man eine hohe Flexibilität der Schale dann, wenn das Material sehr hart und spröde ist, wie z.B. bei Stein oder Keramik. Dabei können die Schlitzte auf Lücke versetzt angeordnet sein. Die Schale weist im Querschnitt eine im wesentlichen lamellenförmige Gestalt auf, wobei die Lamellenspitzen auf dem Werkstück aufliegen und/oder von Werkstück weg gerichtet sind.

[0012] Die Schlitzte können einen beliebigen Querschnitt aufweisen, besitzen jedoch vorteilhaft einen im wesentlichen rechteckförmigen Querschnitt.

[0013] Durch die Tiefe der Schlitzte wird die Elastizität der Schale bestimmt, wobei vorteilhaft die Tiefe der Schlitzte gleich oder größer ist als die halbe Dicke der adaptiven Schale. Bei einem Ausführungsbeispiel entspricht die Schlitztiefe etwa 80% der Dicke der Schale. Die Breite der Schlitzte und der Abstand der Schlitzte kann so gewählt werden, daß ein noch genügender Auflagebereich der Schale verbleibt. Die Schlitzbreite kann je nach Anforderung 5% bis 40%, insbesondere 25% des Auflagebereichs betragen. Bevorzugt ist die Schale ein Anpreßelement für ein mit Schleifmittel beschichtetes Schleifband. Bei einer derartigen Schale ist gewährleistet, daß das Schleifband über die gesamte Länge der Schale mit gleichem örtlichen Anpreßdruck an der zu bearbeitenden Oberfläche anliegt, wobei dies unabhängig vom aktuellen Durchmesser des Werkstücks ist.

[0014] Da sich während der Bearbeitung des Werkstücks die Dicke bzw. Stärke des Bandes durch Kühlschmier-Mitteinfluß und Verschleiß ebenfalls ändert ist die Schale ein Anpreßelement für ein mit Schleifmittel beschichtetes, insbesondere dünnes Schleifband. Diesem Umstand wird durch die adaptive Schale gleichwohl Rechnung getragen. Außerdem kann die Dickenänderung des Bandes dadurch eingeschränkt werden, daß Dünnschichtbänder bzw. -filme verwendet werden. Derartige Bänder, die in ungebrauchtem Zustand z.B. eine Dicke von 200 µm aufweisen, besitzen im Verschleißzustand eine Dicke von etwa 100 µm.

[0015] Bei einem anderen Ausführungsbeispiel ist die Schale an ihrer am Werkstück anliegenden Oberfläche mit Schleifmittel, insbesondere mit CBN (Cubic-Bor-Nitrid), Diamant usw. beschichtet. Bei diesem Ausführungsbeispiel dient die Schale selbst als abtragendes Werkzeug, wodurch eine höhere Formgenauigkeit erzielt wird.

[0016] Bei einer weiteren Ausführungsform enthält die Schale gebundenes Schleifmittel z.B. Edelmetall, SiCa und ist nach Art eines Schleifsteins ausgebildet.

[0017] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist die Schale auf einem Dehnspannschuh angeordnet. Dabei weist der Schuh einen parallel bzw. koaxial zur Anlagefläche sich erstreckenden Hohlraum für ein Druckmedium auf.

[0018] Gemäß einem Ausführungsbeispiel ist der Dehnspannschuh aus einem flexiblen, fluiddichten Material, z.B. Stahl, Gummi, Kunststoff o.dgl.

[0019] Dabei dient der Dehnspannschuh als Stütze für das lamellenartig ausgebildete Andrückelement. Das Andrückelement wird auf diese Weise vollflächig abgestützt und jede Lamelle wird in radialer Richtung optimal nachgeführt. Bei einer anderen Ausführungsform kann das lamellenartige Anpreßelement auch punktwise abgestützt sein.

[0020] Die Erfindung betrifft auch ein adaptives Finishelement für eine Feinstbearbeitungsmaschine, wobei das Element eine oder mehrere der obigen Merkmale aufweist.

[0021] Dabei kann die Schale ein- oder mehrteilig sein, bzw. können zwei Schalen miteinander kombiniert sein.

[0022] Weitere vorteilhafte Merkmale, Vorteile und Einzelheiten der Erfindung ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung, in der unter Bezugnahme auf die Zeichnung mehrere Ausführungsbeispiele im einzelnen dargestellt sind.

[0023] In der Zeichnung zeigen:

Figur 1 eine Prinzipskizze einer flexiblen Bearbeitungsschale an einer Bandfinishmaschine;

Figur 2 eine vergrößerte Darstellung der Bearbeitungsschale der Figur 1;

Figur 2a weitere Ausführungsformen der Bearbeitungsschale;

Figur 3 eine schematische Darstellung einer anderen Ausführungsform der Erfindung; und

Figuren 4 und 5 eine starre Bearbeitungsschale gemäß dem Stand der Technik.

[0024] In der Figur 1 ist das einem Werkstück 1, z.B. einem Kurbelwellenlager, zugewandte Ende einer Bearbeitungszange 2 schematisch dargestellt, wobei die beiden Arme 3 und 4 der Zange 2 in der Figur 1 in ihrer Schließlage dargestellt sind. Der Bearbeitungsarm 3 weist an seinem freien Ende einen Schuh 5 auf, der über zwei Befestigungsschrauben 6 mit dem Bearbeitungsarm 3 verbunden ist. Der Schuh 5 ist an der dem Werkstück 1 zugewandten Seite des Arms 3 angeschraubt. Der Bearbeitungsschuh 5 ist an seiner dem Werkstück 1 zugewandten Seite mit einer im wesentlichen teilkreisförmigen Ausnehmung 7 versehen, in der eine flexible Bearbeitungsschale 8 über zwei Befestigungselemente 9 und 10 aufgenommen ist. Der andere Bearbeitungsarm 4 trägt an seiner dem Werkstück 1 zugewandten Seite eine insgesamt mit 11 bezeichnete Meißvorrichtung, die nicht näher bezeichnet ist und mit der In-Pro-

zeß-Messungen durchgeführt werden können. Mit dieser Meßvorrichtung 11 können z.B. während der Bearbeitung der Durchmesser des Werkstücks 1 und Oberflächenwelligkeiten gemessen werden.

[0025] Der Materialabtrag vom Werkstück 1 erfolgt über ein Schleifband 12, welches zwischen den beiden Bearbeitungsarmen 3 und 4 der flexiblen Bearbeitungsschale 8 zugeführt wird und von der flexiblen Bearbeitungsschale 8 auf die Oberfläche des Werkstücks 1 gedrückt wird. Dabei liegt das Schleifband 12 entlang der gesamten Länge der Bearbeitungsschale 8, d.h. über den gesamten von der Bearbeitungsschale 8 überdeckten Umfangswinkel am Werkstück 1 an und wird kontinuierlich oder schrittweise im unteren Bereich abgezogen. Dabei wird das Schleifband 12 über zwei Umlenkrollen 13 umgelenkt und in Richtung des Pfeils 14 gefördert. Mit einer insgesamt mit 15 bezeichneten Spanneinrichtung wird das Schleifband 12 auf Zug beansprucht und gespannt. Der Abtrag beträgt in der Regel 5 µm bis 8µm, kann jedoch bei In-Prozeß-Messung auch 30 µm betragen. Dabei werden Unrundheiten von 2 µm bis 5 µm korrigiert, d.h. abgetragen.

[0026] In der Figur 2 ist eine vergrößerte Darstellung der am Werkstück 1 anliegenden flexiblen Bearbeitungsschale 8 dargestellt. Es ist deutlich erkennbar, daß die Schale 8 das Schleifband 12 über ihre gesamte Länge an die Oberfläche des Werkstücks 1 anpreßt. Die Bearbeitungsschale 8 stützt das Schleifband 12 mit ihrer dem Werkstück 1 zugewandten ersten Oberfläche 16 ab. Die Flexibilität erhält die Bearbeitungsschale 8 durch randoffene Schlitzte 17 und 18, wobei die Schlitzte 17 zur ersten Oberfläche 16 hin und die Schlitzte 18 zur gegenüberliegenden zweiten Oberfläche 19 hin offen sind. Dabei erstrecken sich die Schlitzte 17 und 18 radial über etwa 80% der Gesamtdicke d der Bearbeitungsschale 8. Die Tiefe a der zur Außenfläche offenen Schlitzte 18 kann gleich der Tiefe b der Schlitzte 17 sein; die beiden Schlitzte 17 und 18 können aber auch unterschiedliche Tiefen a und b aufweisen. Die Schlitzte 17 und 18 sind auf Lücke angeordnet, so daß die Bearbeitungsschale 8 eine im wesentlichen mäanderförmige Gestalt bzw. eine Lamellenform aufweist. Die Bearbeitungsschale 8 ist in Richtung der Dicke d, d.h. in radialer Richtung zum Werkstück 1 relativ steif, so daß das Schleifband 12 satt auf die Oberfläche des Werkstücks 1 aufgepreßt werden kann. Jedoch verleihen die Schlitzte 17 und 18 den einzelnen Schalenabschnitten 20 der Bearbeitungsschale 8 eine hohe Flexibilität bzw. Elastizität in radialer Richtung zueinander, wobei die Schalenabschnitte 20 in sich in radialer Richtung steif sind. Die Schalenabschnitte 20 bilden einzelne U-förmige Abschnittskörper, deren benachbarte freie Schenkel miteinander verbunden sind.

[0027] In der Figur 2a sind vier bevorzugte Ausführungsformen der adaptiven Schale 8 dargestellt. Mit 29 und 30 sind Schlitzte bezeichnet, die sich von der Schaleninnen- bzw. -außenoberfläche bis etwa zur Schalenmitte erstrecken. Bei diesem Ausführungsbeispiel sind

die Schlitzte 29 und 30 versetzt zueinander angeordnet, sie können aber auch einander gegenüber liegen. Beim zweiten Ausführungsbeispiel sind lediglich sich von der Außenoberfläche der Schale 8 ausgehende Schlitzte 18 und beim dritten Ausführungsbeispiel von der Innenoberfläche der Schale 8 ausgehende Schlitzte 17 vorhanden. Die als viertes Ausführungsbeispiel dargestellte Schale 8 wird von zwei Schalenelementen 8' und 8'' gebildet, die coaxial aneinanderliegen. Dabei liegen entsprechende Schlitzte 18 bzw. 17 radial übereinander. Die dargestellten Ausführungsformen sollen lediglich beispielhaft und nicht abschließend verstanden werden.

[0028] Beim Ausführungsbeispiel der Figur 3 sind zwei einander gegenüberliegende flexible Bearbeitungsschalen 8 dargestellt, die jedoch nicht, wie beim Ausführungsbeispiel der Figur 1, punktförmig abgestützt sind, sondern über nahezu ihre gesamte zweite Oberfläche 19 über ein Abstütztelelement 21 abgestützt werden. Dieses Abstütztelelement 21 ist in die Ausnehmung 7 des Schuhs 5 eingelegt und überträgt die in Richtung des Pfeils 22 wirkende Andrückkraft gleichmäßig auf die flexible Bearbeitungsschale 8. Das Abstütztelelement 21 kann z.B. aus Stahl, Kunststoff, Gummi, Filz, Holz o.dgl., bestehen. Auf jeden Fall ist gewährleistet, daß die Anpreßkraft gleichmäßig übertragen wird. Bei diesem in der Figur 3 dargestellten Ausführungsbeispiel werden entweder zwei Schleifbänder 12 verwendet, oder das gleiche Schleifband wird nach dem ersten Durchlauf umgelenkt und noch einmal an das Werkstück 1 herangeführt.

[0029] In den Figuren 4 und 5 sind herkömmliche harte Schalen 26 dargestellt. Dabei zeigt die Figur 4 in stark übertriebener Weise die Lage des Schuhs 26 zu Beginn des Bearbeitungsvorgangs. Dabei drücken hauptsächlich die freien Enden 27 der harten Schale 26 das Schleifband 12 auf die Oberfläche des Werkstücks 1 an, wohingegen der mittlere Bereich 28 kaum am Materialabtrag beteiligt ist. Es ist leicht einsehbar, daß die harte Schale 26 einer Welligkeit des Werkstücks 1 folgt, da sie nur über die freien Enden 27 auf der Werkstückoberfläche aufliegt. Eine Formkorrektur kann in diesem Bearbeitungsstadium nicht oder nur geringfügig erzielt werden.

[0030] Am Ende des Bearbeitungsvorganges, wenn sich der Durchmesser des Werkstücks 1 reduziert hat, liegt hauptsächlich der mittlere Bereich 28 am Schleifband 12 an und drückt dieses mit hoher Kraft auf das Werkstück 1 auf, wobei die freien Enden 27 nur geringfügig das Schleifband 12 auf das Werkstück 1 aufpressen. Zwar kann mit derartigen harten Schalen 26 auch eine Formkorrektur erzielt werden, jedoch ist diese nicht so effektiv wie mit der erfindungsgemäßen flexiblen Bearbeitungsschale 8.

Patentansprüche

1. Feinstbearbeitungsmaschine zum Bearbeiten von

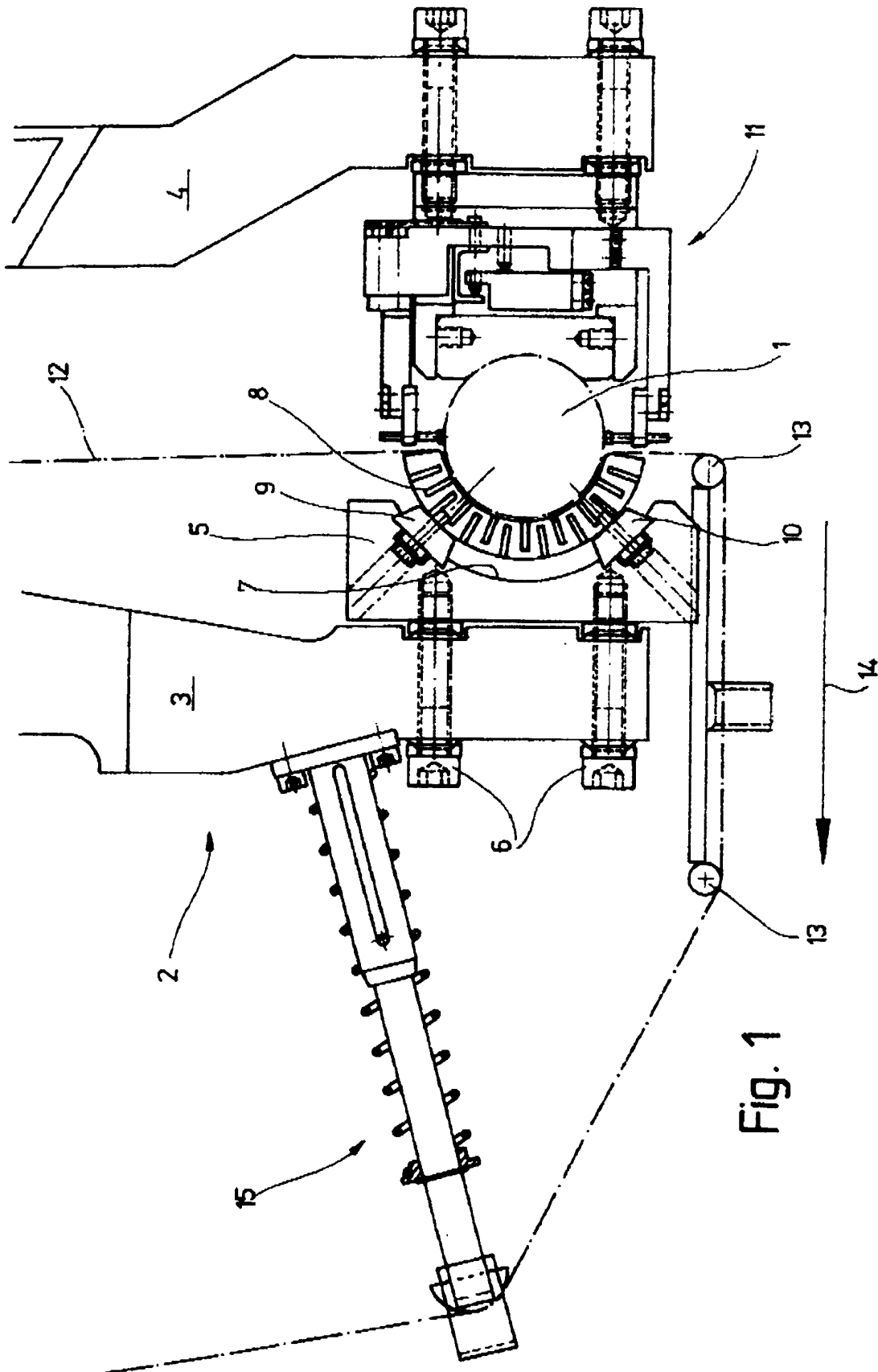
- zylindrischen Innen- oder Außenflächen eines Werkstücks (1) mit wenigstens einem an der Innen- oder Außenfläche des Werkstücks (1) anliegenden Finishelement, mit einem Spannmittel um das Finishelement gegen die zu bearbeitende Oberfläche zu pressen, mit Mitteln zum Erzeugen einer Relativbewegung zwischen dem Werkstück (1) und dem Finishelement, wobei das Finishelement wenigstens eine die zu bearbeitende Oberfläche teilweise umgreifende, C-förmige Schale (8) aufweist, und die Schale (8) derart flexibel ist, daß sie sich radial an die zu bearbeitende Oberfläche kreisgeometrisch anpassen kann, **dadurch gekennzeichnet, daß** die dem zu bearbeitenden Werkstück (1) zugewandte Oberfläche (16) und/oder abgewandte Oberfläche (19) der Schale (8) mit mindestens einer parallel zur Drehachse verlaufenden randoffenen Ausnehmung versehen ist und die Schale (8) im Querschnitt eine im wesentlichen lamellenförmige Gestalt aufweist, wobei die Lamellenspitzen auf dem Werkstück aufliegen und/oder vom Werkstück (1) weg gerichtet sind.
2. Feinstbearbeitungsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung ein Schlitz (17 oder 18) ist.
 3. Feinstbearbeitungsmaschine nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmungen auf Lücke versetzt oder gegenüber angeordnet sind.
 4. Feinstbearbeitungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmungen einen im wesentlichen trapezförmigen, ausgerundeten oder rechteckförmigen Querschnitt aufweisen.
 5. Feinstbearbeitungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Tiefe der Ausnehmungen mindestens 10% der Dicke der Schale (8) ist.
 6. Feinstbearbeitungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schale (8) ein Anpreßelement für ein mit Schleifmittel beschichtetes, insbesondere dünnes Schleifband (12) ist.
 7. Feinstbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schale (8) an ihrer am Werkstück (1) anliegenden Oberfläche (16) mit Schleifmittel, insb. Edelmetall, SiCa, CBN, Diamant usw. beschichtet bzw. bestückt ist.
 8. Feinstbearbeitungsmaschine nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Schale (8) gebundenes Schleifmittel enthält und insbesondere ein Schleifstein ist.
 9. Feinstbearbeitungsmaschine nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die Schale (8) von einem Dehnspannschuh (23) gestützt wird.
 10. Feinstbearbeitungsmaschine nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß der Dehnspannschuh mit einem parallel bzw. koaxial zur Anlagefläche sich erstreckenden Hohlraum (24) für ein Druckmedium versehen ist.
 11. Feinstbearbeitungsmaschine nach Anspruch 9 oder 10, dadurch gekennzeichnet, daß der Dehnspannschuh (23) aus einem flexiblen, fluiddichten Material hergestellt ist.
 12. Feinstbearbeitungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schale (8) aus Metall, wie Stahl oder Buntmetall, oder aus Kunststoff, Keramik, Gummi, Holz o.dgl., hergestellt ist.
 13. Feinstbearbeitungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, daß die Schale (8) an ihrer Rückseite vollflächig oder punktwise abgestützt ist.
 14. Adaptives Finishelement für eine Feinstbearbeitungsmaschine nach einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei das Finishelement wenigstens eine die zu bearbeitende Oberfläche teilweise umgreifende, C-förmige Schale (8) aufweist, und die Schale (8) derart flexibel ist, daß sie sich radial an die zu bearbeitende Oberfläche kreisgeometrisch anpassen kann, **dadurch gekennzeichnet, daß** die dem zu bearbeitenden Werkstück (1) zugewandte Oberfläche (16) und/oder abgewandte Oberfläche (19) der Schale (8) mit mindestens einer parallel zur Drehachse verlaufenden randoffenen Ausnehmung versehen ist und die Schale (8) im Querschnitt eine im wesentlichen lamellenförmige Gestalt aufweist, wobei die Lamellenspitzen auf dem Werkstück aufliegen und/oder vom Werkstück (1) weg gerichtet sind.
 15. Adaptives Finishelement nach einem der Ansprüche 14, dadurch gekennzeichnet, daß die Schale (8) ein- oder mehrteilig ist.
 16. Verwendung eines adaptiven Finishelements nach Anspruch 14 oder 15 zusammen mit einem dünnen und/oder inkompressiblen, insbesondere aus Kunststoff bestehendem Schleifband.
 17. Verwendung eines adaptiven Finishelements nach Anspruch 14 oder 15 als Finishstein.

Claims

1. A microfinishing machine for machining cylindrical inner or outer surfaces of a work piece (1), with at least one finishing element, which rests against the inner or outer surface of the work piece (1), with a clamping means for pressing the finishing element against the surface to be machined, and with means for producing a relative motion between the work piece (1) and the finishing element, wherein the finishing element has at least one C-shaped shell (8) which partially encompasses the surface to be machined, wherein the shell (8) is flexible in such a way that it can radially adapt in a circular geometrical manner to the surface to be machined, characterized in that the surface (16) of the shell (8) oriented toward the work piece (1) and/or the surface (19) of the shell (8) oriented away from the work piece (1) to be machined is provided with at least one recess which is open at the edge and extends parallel to the axis of rotation and the shell (8) having essentially a lamellar form in cross section, the peaks of the lamellas resting on the workpiece and/or pointing away from the workpiece (1).
2. The microfinishing machine according to claim 1, characterized in that the recess is a slit (17 or 18).
3. The microfinishing machine according to claim 1 or 2, characterized in that the recesses are disposed offset from one another at intervals or disposed opposite one another.
4. The microfinishing machine according to one of the preceding claims, characterized in that the recesses have an essentially trapezoidal, rounded out, or rectangular cross section.
5. The microfinishing machine according to one of the preceding claims, characterized in that the depth of the recesses is at least 10% of the thickness of the shell (8).
6. The microfinishing machine according to one of the preceding claims, characterized in that the shell (8) is a pressing element for a grinding belt (12), especially a thin one, which is coated with an abrasive.
7. The microfinishing machine according to one of claims 1 to 5, characterized in that on its surface (16) which rests against the work piece (1), the shell (8) is coated or equipped with an abrasive material, in particular special fused alumina, SiCa, CBN, diamond, etc.
8. The microfinishing machine according to one of claims 1 to 5, characterized in that the shell (8) contains bonded an abrasive material and in particular, is a grinding stone.
9. The microfinishing machine according to claim 1, characterized in that the shell (8) is supported by an expansion chuck shoe (23).
10. The microfinishing machine according to claim 9, characterized in that the expansion chuck shoe is provided with a hollow space (24) for a pressure medium, which space extends parallel or coaxial to the contact face.
11. The microfinishing machine according to claim 9 or 10, characterized in that the expansion chuck shoe (23) is made of a flexible, fluid-tight material.
12. The microfinishing machine according to one of the preceding claims, characterized in that the shell (8) is made of metal, such as steel or a non-ferrous metal, or of plastic, ceramic, rubber, wood, or the like.
13. The microfinishing machine according to one of the preceding claims, characterized in that on its back side, the shell (8) is supported completely or at points.
14. An adaptive finishing element for a microfinishing machine according to one of the preceding claims, wherein the finishing element has at least one C-shaped shell (8) which partially encompasses the surface to be machined, wherein the shell (8) is flexible in such a way that it can radially adapt in a circular geometrical manner to the surface to be machined, characterized in that the surface (16) of the shell (8) oriented toward the work piece (1) and/or the surface (19) of the shell (8) oriented away from the work piece (1) to be machined is provided with at least one recess which is open at the edge and extends parallel to the axis of rotation and the shell (8) having essentially a lamellar form in cross section, the peaks of the lamellas resting on the workpiece and/or pointing away from the workpiece (1).
15. The adaptive finishing element according to claim 14, characterized in that the shell (8) is made of a single part or of multiple parts.
16. The adaptive finishing element according to claim 14 or 15, characterized in that it is used together with a thin and/or incompressible grinding belt, in particular one comprised of plastic.
17. The adaptive finishing element according to claim 14 or 15, characterized in that it is used as a finishing stone.

Revendications

1. Machine de micro-finition pour l'usinage de surfaces intérieures ou extérieures cylindriques d'une pièce (1) comprenant au moins un élément de finissage en appui sur la surface intérieure ou extérieure de la pièce (1), un moyen de serrage permettant de presser l'élément de finissage contre la surface à usiner et des moyens permettant de générer un mouvement relatif entre la pièce (1) et l'élément de finissage, ce dernier présentant au moins une coque en forme de C (8) entourant partiellement la surface à usiner, ladite coque (8) étant tellement souple qu'elle est susceptible de s'adapter radialement sur la géométrie circulaire de la surface à usiner, caractérisée en ce que la surface (16) en regard de la pièce à usiner (1) et/ou la surface (19) opposée de la coque (8) est agencée avec au moins un évidement ouvert sur le bord parallèle à l'axe de rotation et que la section de la coque (8) présente une configuration essentiellement lamellaire, les pointes des lamelles étant en appui sur la pièce et/ou écartées de la pièce (1). 5
2. Machine de micro-finition selon la revendication 1, caractérisée en ce que l'évidement est une fente (17 ou 18). 10
3. Machine de micro-finition selon la revendication 1 ou 2, caractérisée en ce que les évidements sont disposés en quinconce ou en opposition. 15
4. Machine de micro-finition selon l'une quelconque des revendications 1 à 3, caractérisée en ce que les évidements présentent une section essentiellement trapézoïdale, arrondie ou rectangulaire. 20
5. Machine de micro-finition selon l'une quelconque des revendications 1 à 4, caractérisée en ce que la profondeur des évidements correspond à au moins 10% de l'épaisseur de la coque (8). 25
6. Machine de micro-finition selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la coque (8) est un élément presseur pour une bande abrasive (12), notamment une bande mince, recouverte d'un produit abrasif. 30
7. Machine de micro-finition selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la coque (8) est recouverte ou équipée, sur sa surface (16) en appui sur la pièce (1), d'un produit abrasif, notamment corindon raffiné, SiCa, CBN, diamant etc. 35
8. Machine de micro-finition selon l'une quelconque des revendications 1 à 5, caractérisée en ce que la coque (8) contient un produit abrasif aggloméré et est notamment une pierre à polir. 40
9. Machine de micro-finition selon la revendication 1, caractérisée en ce que la coque (8) est soutenue par un mandrin expansible (23). 45
10. Machine de micro-finition selon la revendication 9, caractérisée en ce que le mandrin expansible est agencé avec une cavité (24) disposée parallèlement ou coaxialement par rapport à la surface d'appui. 50
11. Machine de micro-finition selon la revendication 9 ou 10, caractérisée en ce que le mandrin expansible (23) est fait dans un matériau souple et étanche aux fluides. 55
12. Machine de micro-finition selon l'une quelconque des revendications 1 à 11, caractérisée en ce que la coque (8) est réalisée en métal, par exemple acier ou métaux lourds non ferreux, ou en matière plastique, céramique, caoutchouc, bois ou similaire. 60
13. Machine de micro-finition selon l'une quelconque des revendications 1 à 12, caractérisée en ce que la coque (8) est en appui sur sa surface totale ou sur quelques points de sa partie arrière. 65
14. Élément de finition adaptatif pour une machine de micro-finition selon l'une quelconque des revendications 1 à 13, l'élément de finissage présentant au moins une coque en forme de C (8) entourant partiellement la surface à usiner, ladite coque (8) étant tellement souple qu'elle est susceptible de s'adapter radialement sur la géométrie circulaire de la surface à usiner, caractérisé en ce que la surface (16) en regard de la pièce à usiner (1) et/ou la surface (19) opposée de la coque (8) est agencée avec au moins un évidement ouvert sur le bord parallèle à l'axe de rotation et que la section de la coque (8) présente une configuration essentiellement lamellaire, les pointes des lamelles étant en appui sur la pièce et/ou écartées de la pièce (1). 70
15. Élément de finition adaptatif selon la revendication 14, caractérisé en ce que la coque (8) est faite en une ou plusieurs parties. 75
16. Utilisation d'un élément de finition adaptatif selon la revendication 14 ou 15 associé à une bande abrasive mince et/ou incompressible, notamment en matière plastique. 80
17. Utilisation d'un élément de finition adaptatif selon la revendication 14 ou 15 comme pierre de finition. 85



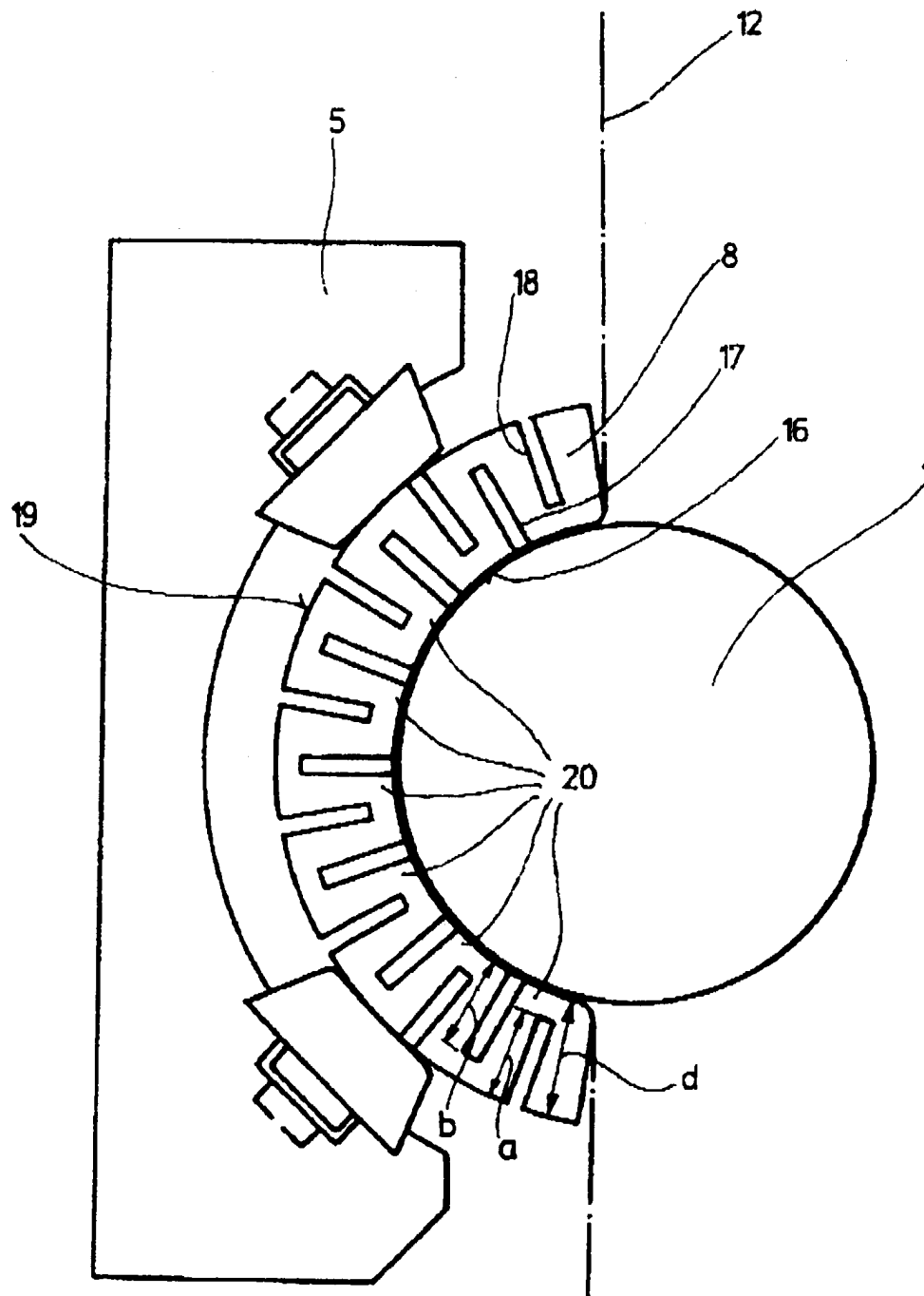


Fig. 2

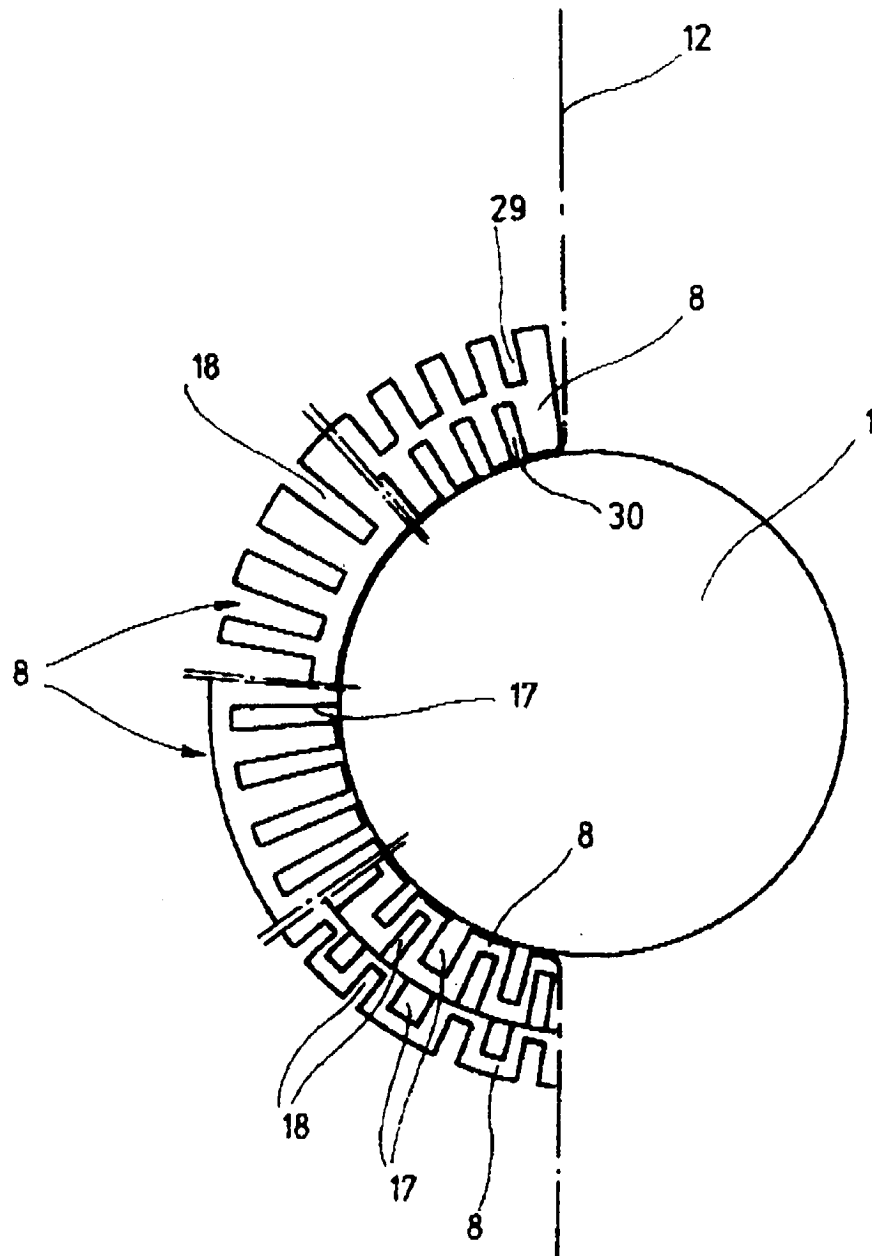


Fig. 2a

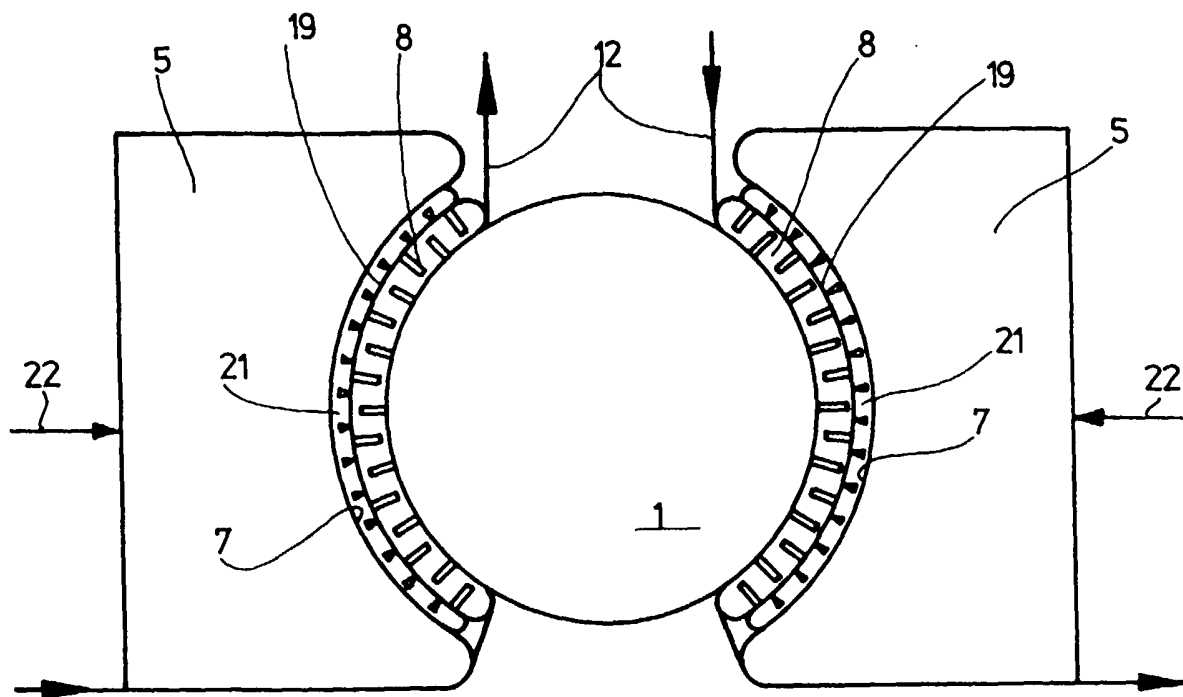


Fig. 3

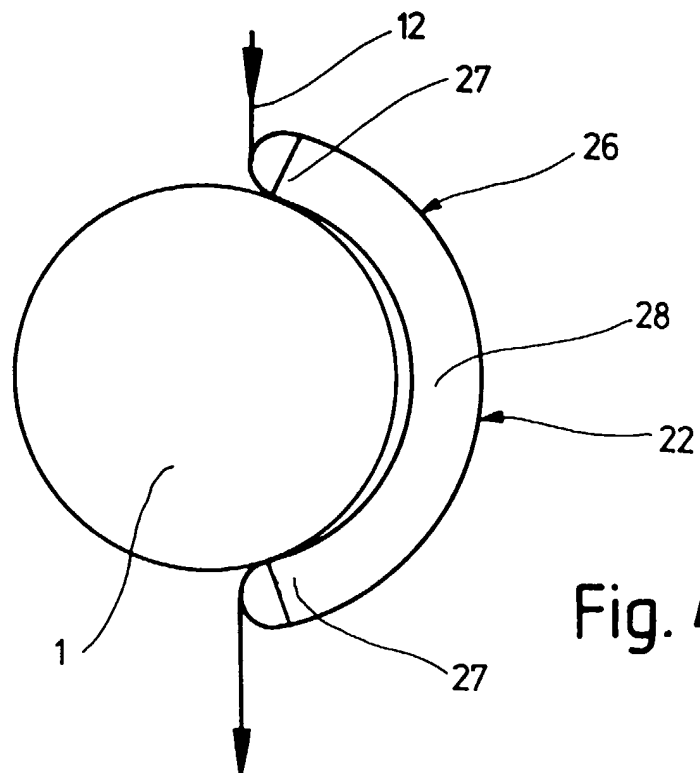


Fig. 4

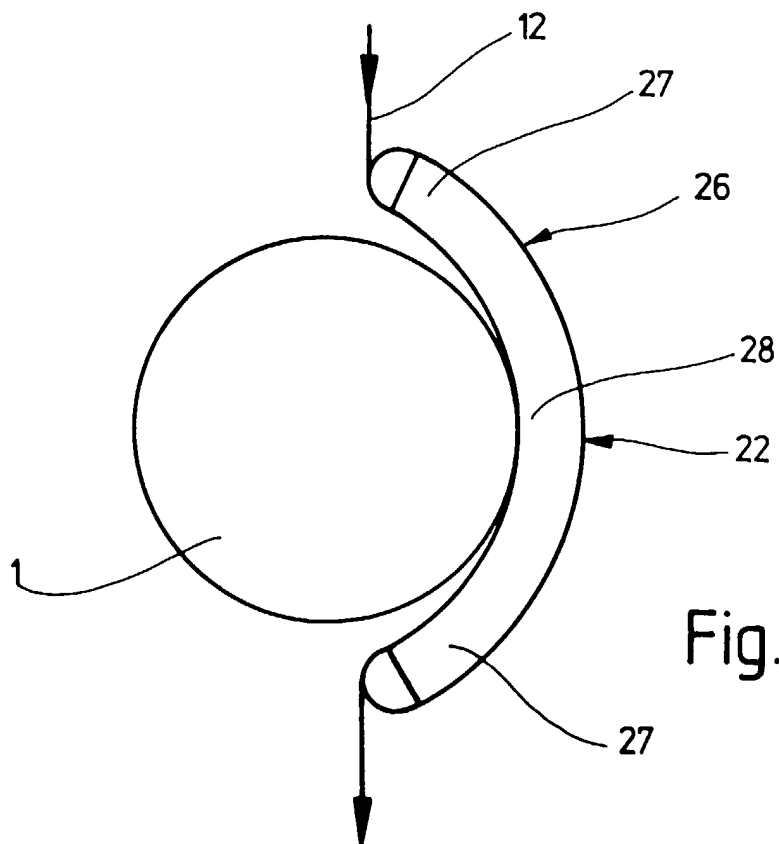


Fig. 5