



AMT FÜR ERFINDUNGS- UND PATENTWESEN

In der vom Anmelder eingereichten Fassung veröffentlicht

(21) WP F 16 C / 304 248 6

(22) 29.06.87

(44) 23.11.88

(71) Forschungszentrum des Werkzeugmaschinenbaues, Karl-Marx-Allee 4, Karl-Marx-Stadt, 9010, DD

(72) Nestler, Klaus, Dipl.-Ing.; Scharnweber, Franz, Dipl.-Ing.; Schmieder, Jürgen, Dr.-Ing.; Wunsch, Karl, Dipl.-Ing., DD

(54) Kühlvorrichtung für hochtourige Arbeitsspindeln

(55) Kühlvorrichtung, Arbeitsspindel, Antrieb, Lager, Kühlringe, Kühlbereich, Ausgleichskanal, Anströmöffnung, Abströmöffnung, Kühlmantel

(57) Die Erfindung betrifft eine Kühlvorrichtung für hochtourige Arbeitsspindel mit integriertem Antrieb. Erfindungsgemäß wird dies dadurch erreicht, daß der Kühlmantel aus mindestens einem Kühlbereich besteht, der von mehreren Kühlringen gebildet wird, wobei die Kühlringe auf der Seite des Kühlmittelzuflusses und auf der Seite des Kühlmittelabflusses durch je einen Ausgleichskanal verbunden sind und in den zuflußseitigen Ausgleichskanal eine Anströmöffnung und in den abflußseitigen Ausgleichskanal eine Abströmöffnung der Kühlmittelzuflußbohrung mündet. Bei mehreren Kühlbereichen des Kühlmantels sind die Kühlbereiche untereinander mit den Ausgleichskanälen verbunden und die Anströmöffnungen der einzelnen Kühlbereiche sind in Strömungsrichtung des Kühlmittelzuflusses abgestuft vergrößert. Fig. 1

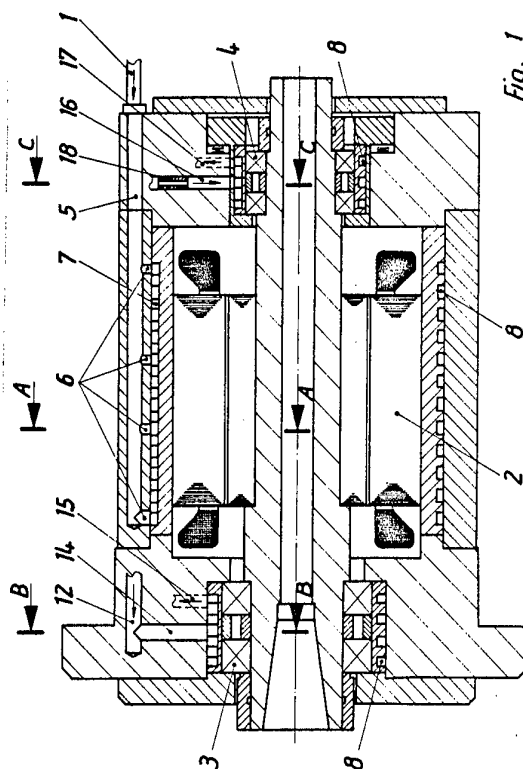


Fig. 1

Patentanspruch:

1. Kühlvorrichtung für hochtourige Arbeitsspindeln mit integriertem Antrieb, bestehend aus separaten Kühlmittelkreisläufen, wobei Lager und Antriebsmotor jeweils von einem Kühlmantel umschlossen sind, der mit axialer Kühlmittelzufluß- und Kühlmittelabflußbohrung verbunden ist, **gekennzeichnet dadurch**, daß der Kühlmantel aus mindestens einem Kühlbereich besteht, der von mehreren Kühlringen (8) gebildet wird, wobei die Kühlringe (8) auf der Seite des Kühlmittelzuflusses und auf der Seite des Kühlmittelabflusses durch je einen Ausgleichskanal (7; 9; 20; 21; 23; 24) verbunden sind und in den zuflußseitigen Ausgleichskanal (7; 20; 23) eine Anströmöffnung (6; 14; 16) der Kühlmittelzuflußbohrung (5; 12) und in den abflußseitigen Ausgleichskanal (9; 21; 24) eine Abströmöffnung (10; 15; 17) der Kühlmittelabflußbohrung (11; 13) mündet.
2. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1, **gekennzeichnet dadurch**, daß bei mehreren Kühlbereichen des Kühlmantels die Kühlbereiche mit den Ausgleichskanälen (7; 9) verbunden sind.
3. Kühlvorrichtung nach Anspruch 1 und 2, **gekennzeichnet dadurch**, daß bei mehreren Kühlbereichen des Kühlmantels die Anströmöffnungen (6) der einzelnen Kühlbereiche in Strömungsrichtung des Kühlmittelzuflusses abgestuft vergrößert sind.

Hierzu 3 Seiten Zeichnungen

Anwendungsgebiet der Erfindung

Das Anwendungsgebiet der Erfindung erstreckt sich speziell auf den Werkzeugmaschinenbau, insbesondere auf den Bau hochtouriger Arbeitsspindeln mit integriertem Antrieb.

Charakteristik des bekannten Standes der Technik

Die fortwährende Erhöhung der Arbeitsspindeldrehzahlen stellt enorme Anforderungen an die Fertigungs-genauigkeiten der mechanischen und elektrischen Einzelteile. Besonders bei gleit- und wälzgelagerten Arbeitsspindeln fallen fertigungsbedingte Toleranzen der Lager und ihrer Umbauteile in Abhängigkeit von der Spindeldrehzahl für die Wärmebilanz ins Gewicht. Zur Abführung der Lagerwärme sind bei hochtourigen Arbeitsspindeln Kühlvorrichtungen gebräuchlich, die sowohl mit gasförmigen als auch mit flüssigen Medien arbeiten. Nach der DE-OS 3217892 sind in der Lagerschale eines Gleitlagers zusätzliche Kühlkanäle eingebracht, die einen geschlossenen Kühlmitteldurchlaß gestatten, der getrennt vom Schmiersystem oder an dieses angeschlossen erfolgen kann. Aus dieser DE-OS 3217982 ist auch bekannt, daß bei geteilter Lagerausführung die Kühlkanäle jeder Teilschale einen eigenen, in sich geschlossenen Kühlmitteldurchlaß bilden. Eine weitere Kühlmöglichkeit ist durch die EP 0051953 aufgezeigt, wodurch Ausnutzung des Verdampfens einer speziellen Arbeitsflüssigkeit im Hohlraum des Lagergehäuses und des Kondensierens über Wärmetauscher die Wärme abgeleitet wird.

Von besonderer Bedeutung für die Wärmebilanz der Arbeitsspindeln ist die Anordnung des Antriebes. Für hochtourige Arbeitsspindeln, deren Antrieb direkt auf der Spindelwelle sitzt und deren gesamtes Antriebsaggregat geschlossen ist, besteht unbedingt die Forderung, die Motorwärme abzuführen. Dazu ist eine Hochgeschwindigkeitsfrässpindel bekannt, die eine Wassermantelkühlung über dem Antriebsmotor und der vorderen Lagerstelle aufweist. Die für diese Vorrichtung gebräuchlichen Konstruktionen haben über die hintere Stirnseite der Arbeitsspindel eine axiale Kühlmittelzu- und -abführung. Diese aufgezeigten Kühlsysteme haben einen bedeutenden Nachteil. Mit ihnen ist es nicht möglich, über eine größere rotationssymmetrische Wärmeffläche, wie es beispielsweise ein Antriebsmotor darstellt, die Temperatur so abzuführen, daß sich kein Temperaturgefälle über die Längsachse der Wärmeffläche aufbaut. Diesen Nachteil dadurch zu lösen, die Wärmeffläche über eine Vielzahl von separaten Kühlkreisläufen zu kühlen, ist aufgrund der einzelnen Kühlmittelzu- und Abflüsse für jeden Kühlkreislauf mit einem übergroßen technischen Aufwand verbunden.

Ziel der Erfindung

Ziel der Erfindung ist es, durch eine günstige Wärmeabführung die Hochtoungkeit sowie ausreichende Lebensdauer der Arbeitsspindel zu gewährleisten.

Darlegung des Wesens der Erfindung

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Kühlvorrichtung für hochtourige Arbeitsspindeln zu schaffen, bei denen großfflächige Wärmequellen, wie Antriebsmotor beziehungsweise Lageranordnungen, so gekühlt werden können, daß sich kein Temperaturgefälle aufbauen kann.

Erfindungsgemäß wird dies dadurch gelöst, daß der Kühlmantel aus mindestens einem Kühlbereich besteht, der von mehreren Kühlringen gebildet wird, wobei die Kühlringe auf der Seite des Kühlmittelzuflusses und auf der Seite des Kühlmittelabflusses durch je einen Ausgleichskanal verbunden sind und in den zuflußseitigen Ausgleichskanal eine Anströmöffnung der Kühlmittelzuflußbohrung und in den abflußseitigen Ausgleichskanal eine Abströmöffnung der Kühlmittelabflußbohrung mündet. Bei mehreren Kühlbereichen des Kühlmantels sind die Kühlbereiche mit den Ausgleichskanälen verbunden, und die Anströmöffnungen der einzelnen Kühlbereiche sind in Strömungsrichtung des Kühlmittelzuflusses abgestuft vergrößert.

Ausführungsbeispiel

Die Erfindung wird an einem Ausführungsbeispiel näher erläutert. In den dazugehörigen Zeichnungen zeigen:

Fig. 1: die schematische Darstellung einer Arbeitsspindel im Längsschnitt

Fig. 2: Querschnitt A-A nach Fig. 1

Fig. 3: Querschnitt B-B nach Fig. 1

Fig. 4: Querschnitt C-C nach Fig. 1

An der Stirnseite der Arbeitsspindel sind vier Anschlüsse 1 für die Kühlmittelzuführung bzw. Kühlmittelabführung angebracht. Hiermit werden zwei Kühlkreisläufe versorgt (siehe Fig. 1). Ein Kühlkreislauf betrifft den Motor 2. Ein zweiter Kühlkreislauf betrifft ein Lager 3 vorn und ein Lager 4 hinten. Um den Motor 2 sind Kühlringe 8 angeordnet. Die Kühlringe 8 sind in sich nicht geschlossen, sondern über einen Ausgleichskanal 7, in den Anströmöffnungen 6 aus der Kühlmittelzuflußbohrung 5 münden, mit der Kühlmittelzuführung und über einen Ausgleichskanal 9, in den Abströmöffnungen 10 aus der Kühlmittelabflußbohrung 11 münden, mit der Kühlmittelabführung verbunden (siehe Fig. 2). Die beiden Ausgleichskanäle 7; 9 verlaufen parallel zueinander und sind durch ein Trennstück 19 stoffdicht getrennt. Jeweils drei Kühlringe 8 bilden einen Kühlbereich, dem eine Anströmöffnung 6 und eine Abströmöffnung 10 zugeordnet ist. Fig. 1 zeigt auch die Kühlung der Lager 3; 4. Dabei hat jedes Lager 3; 4 einen Kühlbereich. Am Lager 3 sind es vier Kühlringe 8, die über die Ausgleichskanäle 20; 21 verbunden sind. Stoffdicht werden diese durch das Trennstück 22 abgeschlossen. Die Kühlmittelzuführung erfolgt über die Kühlmittelzuflußbohrung 12 und die Anströmöffnung 14. Die Abführung erfolgt über die Kühlmittelabflußbohrung 13 und die Abströmöffnung 15 (siehe Fig. 3). Beim Lager 4 in Fig. 4 sind es drei Kühlringe 8, die einen Kühlbereich bilden. Sie sind analog zum Lager 3 mittels Trennstück 25 stoffdicht getrennt und über die Ausgleichkanäle 23; 24, der Anströmöffnung 16 und Abströmöffnung 17 mit der Kühlmittelzuflußbohrung 12 und Kühlmittelabflußbohrung 13 verbunden. Die Lager 3; 4 sind parallel geschaltet. Zur Regulierung des Kühlmittelstromes ist in der Kühlmittelzuführung des Lagers 4 eine Drossel 18 eingebaut. Die Kühlvorrichtung funktioniert wie folgt: Bei der Motorkühlung wird das Kühlmittel (Wasser) über die Kühlmittelzuflußbohrung 5 in die Arbeitsspindel eingebracht. Durch vier in Strömungsrichtung vergrößerte Anströmöffnungen 6 wird der Ausgleichskanal 7 angeströmt. Über den Ausgleichskanal 7 tritt das Kühlmittel in die Kühlringe 8. Zwischen dem Ausgleichskanal 9 im Rücklauf und dem Ausgleichskanal 7 bei der Kühlmittelzuführung bildet sich über alle Kühlringe 8 ein gleicher Differenzdruck aus, der bei gleicher Geometrie der Kühlringe 8 gleichmäßige turbulente Volumenströme und damit gleichmäßig gute Wärmeübergangsverhältnisse sichert. Vom Ausgleichskanal 9 wird mittels vier symmetrisch angeordneter Abströmöffnungen 10 und axialer Kühlmittelabflußbohrung 11 das Kühlmittel aus der Arbeitsspindel herausgeführt. Die Lagerkühlung arbeitet nach dem gleichen Prinzip, mit dem Unterschied, daß in der Anströmöffnung 16 beim hinteren Lager 4 über eine Drossel 18 eine Anpassung des Volumenstromes vorgenommen wird. Durch die Art der Anordnung der Anström- und Abströmöffnungen und deren Neigung ist der Betrieb der Arbeitsspindel in vertikaler und horizontaler Lage möglich, wobei es im horizontalen Betrieb eine definierte Arbeitsspindellage gibt.

262 265

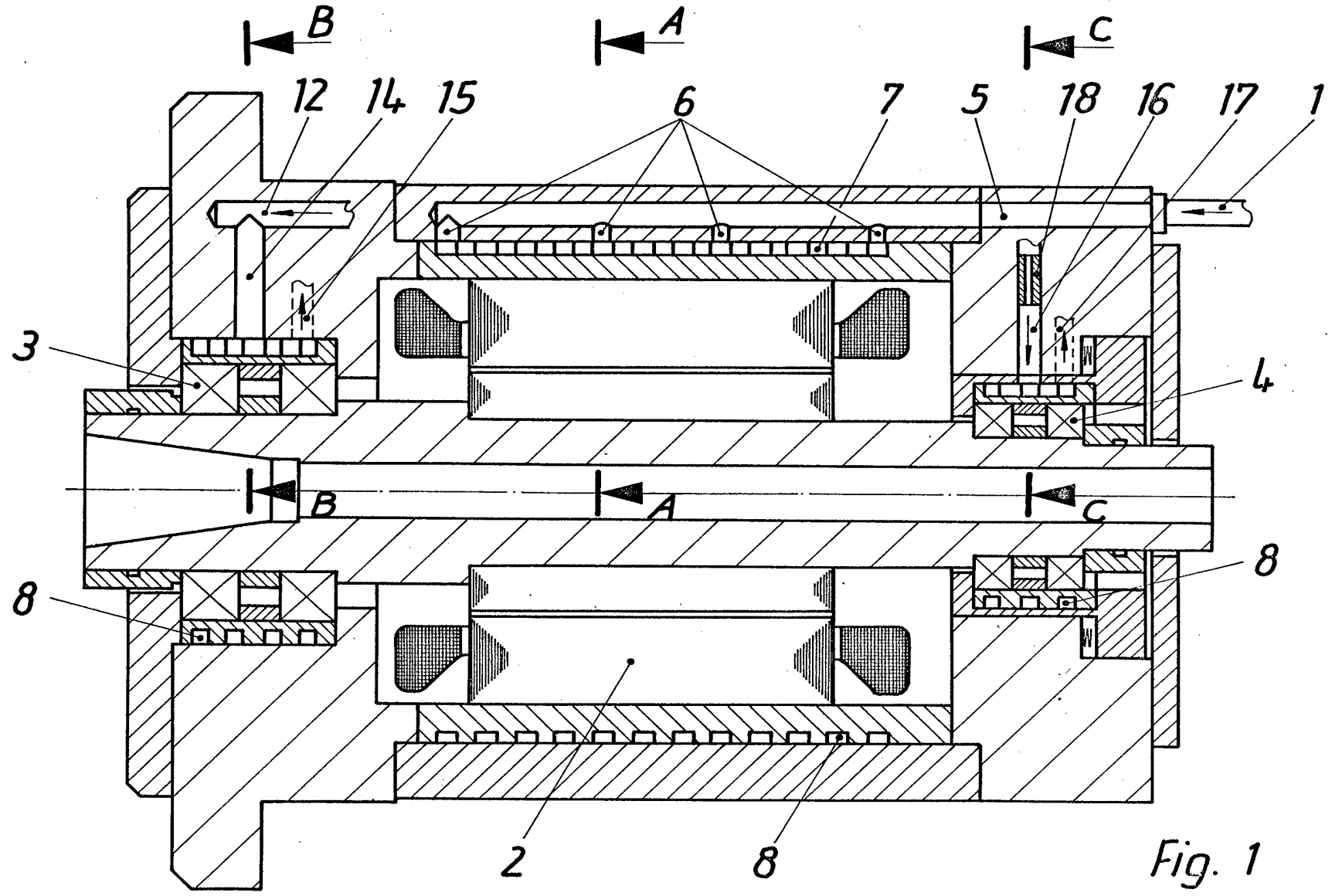


Fig. 1

262 265

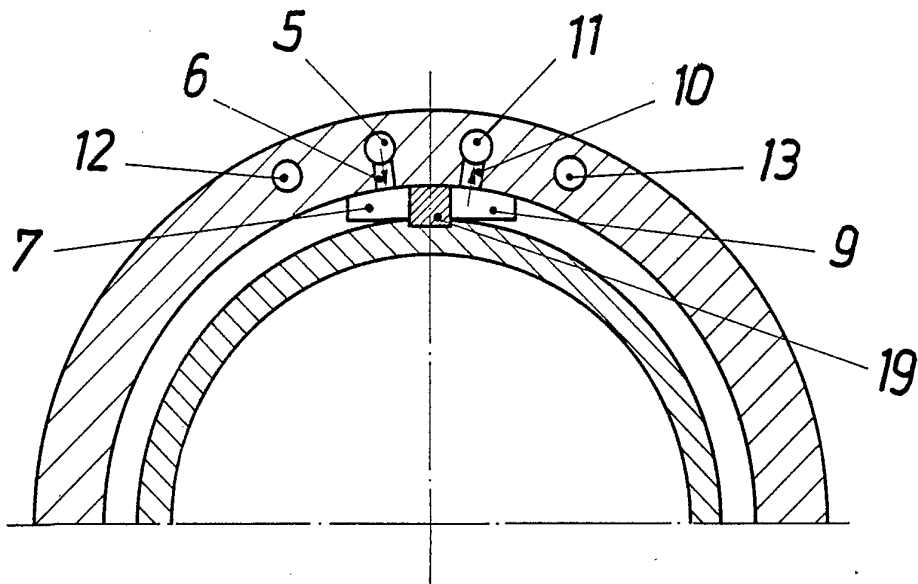


Fig. 2

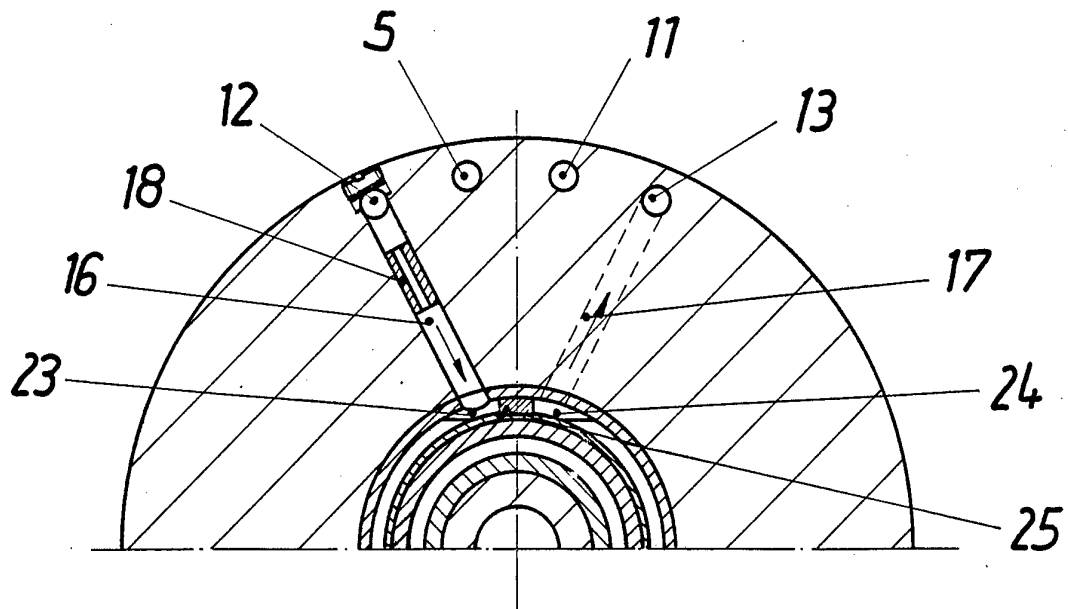
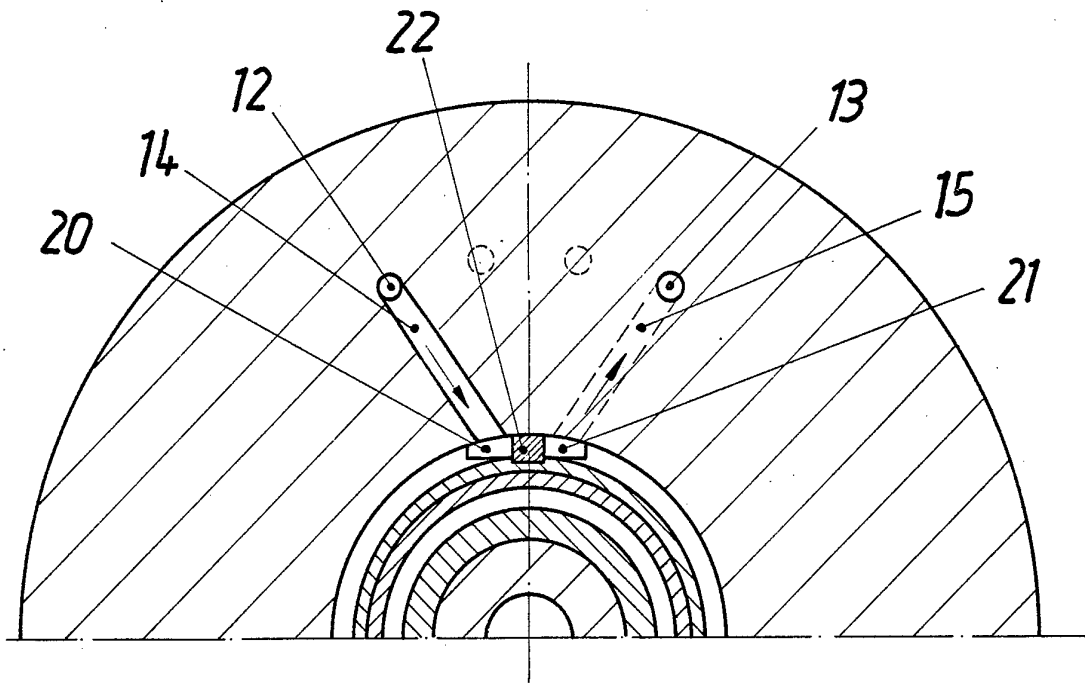


Fig. 4

*Fig. 3*