



Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets



(11) **EP 1 087 458 A2**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
28.03.2001 Patentblatt 2001/13

(51) Int. Cl.⁷: **H01P 1/208, H01P 1/30**

(21) Anmeldenummer: **00120011.2**

(22) Anmeldetag: **14.09.2000**

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

(30) Priorität: **17.09.1999 DE 19944673**

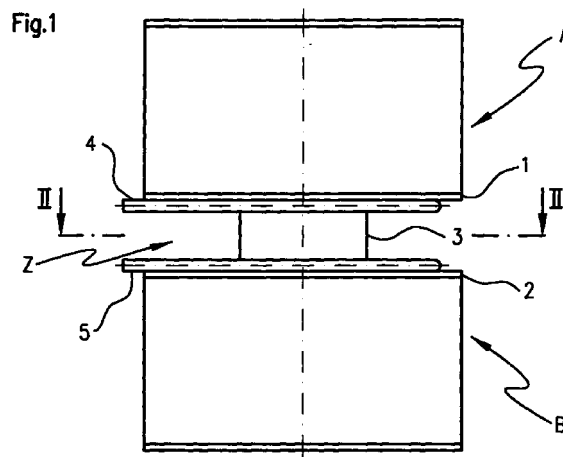
(71) Anmelder:
**Spinner GmbH Elektrotechnische Fabrik
80335 München (DE)**

(72) Erfinder: **Lang, Manfred
D-82024 Taufkirchen (DE)**

(74) Vertreter:
**Prietsch, Reiner, Dipl.-Ing.
Patentanwalt
Schäufeleinstrasse 7
80687 München (DE)**

(54) **Bandpassfilter**

(57) Die Frequenzstabilität eines Bandpaßfilters, das aus einer Anzahl von n ($n \geq 2$) Hohlleiterresonatoren (A, B) besteht, von denen die jeweils benachbarten mechanisch miteinander verbunden und elektrisch über mindestens eine Öffnung in einer Trennwand gekoppelt und der erste sowie der n -te Resonator durch je eine Endblech verschlossen sind, läßt sich dadurch verbessern, daß die benachbarten Resonatoren (A, B) jeweils eine eigene Trennwand (1, 2) mit der mindestens einen Koppelöffnung haben und voneinander um einen Zwischenraum (Z) zwischen den Trennwänden (1, 2) beabstandet sind, der durch einen die Koppelöffnungen verbindenden Rohrstutzen (3) überbrückt ist und daß der Zwischenraum (Z) zum Abtransport von Wärme ausgebildet ist.



EP 1 087 458 A2

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Bandpaßfilter der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art.

[0002] Ein derartiges Bandpaßfilter aus übereinander angeordneten Hohlraumresonatoren ist aus der DE 198 32 804 A1 bekannt. Der Offenbarungsgehalt dieser Schrift wird hiermit durch Bezugnahme zum Gegenstand der vorliegenden Beschreibung gemacht. Die Übertragung von HF-Leistungen im Bereich von einigen Kilowatt und mehr führt zu einer beträchtlichen Erwärmung der Resonatoren. Wegen der thermischen Dilatation des Resonatorwerkstoffes (gebräuchlich sind u.a. Kupfer, Aluminium, Stahl und Invar) vergrößern sich die Abmessungen der Resonatoren, was gleichbedeutend mit einer entsprechenden Verschiebung der Resonanzfrequenz und damit einer Verstimmung des Bandpaßfilters ist. Zudem erwärmen sich die Resonatoren ungleichmäßig. Dadurch entstehen in den Resonatoren mechanische Spannungen und unerwünschte Formänderungen, z.B. Ausbeulungen.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, die Frequenzstabilität eines Bandpaßfilters der im Oberbegriff des Anspruchs 1 genannten Art zu verbessern.

[0004] Diese Aufgabe ist erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die benachbarten Resonatoren jeweils eine eigene Trennwand mit Koppelöffnung haben und voneinander um einen Zwischenraum zwischen den Trennwänden beabstandet sind, der durch einen die Koppelöffnungen verbindenden Rohrstutzen überbrückt ist und daß der Zwischenraum zum Abtransport von Wärme ausgebildet ist.

[0005] Während bei dem aus der DE 198 32 804 A1 bekannten Bandpaßfilter und bei gleichartigen zum Stand der Technik gehörenden Bandpaßfiltern aufeinanderfolgende Resonatoren eine gemeinsame Trennwand haben, hat nach dem Vorschlag nach der Erfindung also jeder Resonator eine eigene Trennwand und der Zwischenraum zwischen den Trennwänden ist so gestaltet, daß an dieser Stelle wirksam gekühlt und damit die Erwärmung des Bandpaßfilters an der thermisch am höchsten belasteten Stelle geringgehalten werden kann. Dies erübrigt aufwendige Maßnahmen zur Kompensation der thermischen Dilatation, die anderenfalls zur Konstanthaltung der Resonanzfrequenz unverzichtbar sind. Im einfachsten Fall könnten die benachbarten Trennwände eine hohle Doppelwand bilden, in deren Hohlraum ein Kühlmedium einleitbar ist.

[0006] Bei konstruktiv getrennten Trennwänden kann in dem Zwischenraum mindestens eine Kühlrohrschlange in wärmeleitender Verbindung mit mindestens einer der Trennwände angeordnet sein (Anspruch 2). Zweckmäßig wird man jede der beiden den Zwischenraum begrenzenden Trennwände mit einer solchen Kühlrohrschlange versehen. Die Kühlrohrschlangen können gemeinsame Ein- und Auslässe zum Anschluß z.B. an einen Wasserkühlkreislauf haben.

[0007] Eine andere Möglichkeit besteht darin, in dem Zwischenraum segmentierte Plattenwärmetauscher in wärmeleitender Verbindung mit mindestens einer der Trennwände anzuordnen und mit einem Kühlmedium zu umspülen (Anspruch 3). Die Segmentierung ist aus Gründen der Montierbarkeit zweckmäßig. Am besten ist ein zur Mittelebene des Zwischenraums symmetrischer Aufbau des Plattenwärmetauschers, so daß beide Trennwände gekühlt werden. Als Kühlmedium kann in den Zwischenraum eingeblasene Luft dienen. Erforderlichenfalls kann eine Zwangsführung für das Kühlmedium vorgesehen sein, z.B. in Form eines des Zwischenraum umgebenden Mantels oder Kühlkanals mit einem Ein- und einem Auslaß für das Kühlmedium.

[0008] Der Abtransport von Wärme aus dem Zwischenraum zwischen den Trennwänden der Resonatoren kann insbesondere unter Verwendung von mindestens zwei halbscheibenartig ausgebildeten Kühlkörpern in wärmeleitendem Kontakt mit mindestens einer der Trennwände verwirklicht werden (Anspruch 4). Die Kühlkörper sind deshalb halbscheibenartig ausgebildet, weil sie sich wegen der Koppelöffnungen verbindenden Rohrstutzens andernfalls nicht nachträglich montieren und erforderlichenfalls austauschen lassen.

[0009] In Weiterbildung dieser Ausführungsform können die Kühlkörper von einem Kühlmedium durchströmte Kühlkanäle haben (Anspruch 5).

[0010] Alternativ oder zusätzlich können die Kühlkörper an ihrem Umfang Kühlrippen haben (Anspruch 6). Die Kühlrippen sind so angeordnet, daß sie außerhalb der Umfangswände der Resonatoren liegen. Weil die Resonatoren in der Regel übereinander angeordnet sind, verlaufen die Kühlrippen bei Kühlung durch freie Konvektion und Strahlung vorzugsweise lotrecht. Bei Kühlung durch Zwangskonvektion sind die Kühlrippen von einem Mantel oder Kühlkanal umschlossen und verlaufen in Strömungsrichtung.

[0011] Stattdessen oder zusätzlich können die Kühlkörper etwa radial ausgerichtete Heatpipes umfassen, deren kalte Enden außerhalb des Umfanges des Zwischenraumes liegen und von einem Kühlmedium umspült sind (Anspruch 7). Auch in diesem Fall kann die Kühlung durch freie oder Zwangskonvektion erfolgen.

[0012] Da in der Regel beide Trennwände mit den halbscheibenartig ausgebildeten Kühlkörpern versehen sind und die Einleitung von Zwangskräften in die Trennwände und damit die Resonatoren unbedingt vermieden werden muß, sind die Kühlkörper vorzugsweise durch elastische Mittel in wärmeleitendem Kontakt mit der ihnen benachbarten Trennwand gehalten (Anspruch 8).

[0013] In der Zeichnung ist ein hier zwei Hohlraumresonatoren umfassendes Bandpaßfilter nach der Erfindung in beispielsweise gewählten Ausführungsformen schematisch vereinfacht veranschaulicht. Es zeigt:

Figur 1 eine erste Ausführungsform des Bandpaß-

- filters in der Seitenansicht,
- Figur 2 einen Schnitt längs der Linie II-II in Fig. 1
- Figur 3 eine zweite Ausführungsform teils im Schnitt längs der Linie III-III in Fig. 4 und teils in der Seitenansicht,
- Figur 4 einen Schnitt längs der Linie IV-IV in Fig. 3,
- Figur 5 eine dritte Ausführungsform teils im Schnitt längs der Linie V-V in Fig. 6 und teils in der Seitenansicht,
- Figur 6 einen Schnitt längs der Linie VI-VI in Fig. 5,
- Figur 7 eine vierte Ausführungsform teils im Schnitt längs der Linie VII-VII in Fig. 8 und teils in der Seitenansicht,
- Figur 8 einen Schnitt längs der Linie VIII-VIII in Fig. 7,
- Figur 9 eine fünfte Ausführungsform teils im Schnitt längs der Linie IX-IX in Fig. 10 und teils in der Seitenansicht,
- Figur 10 einen Schnitt längs der Linie X-X in Fig. 9,
- Figur 11 eine sechste Ausführungsform teils im Schnitt längs der Linie XI-XI in Fig. 12 und teils in der Seitenansicht,
- Figur 12 einen Schnitt längs der Linie XII-XII in Fig. 11,
- Figur 13 eine siebente Ausführungsform teils im Schnitt längs der Linie XIII-XIII in Fig. 14 und teils in der Seitenansicht,
- Figur 14 einen Schnitt längs der Linie XIV-XIV in Fig. 13,
- Figur 15 eine achte Ausführungsform teils im Schnitt längs der Linie XV-XV in Fig. 16 und teils in der Seitenansicht und
- Figur 16 einen Schnitt längs der Linie XVI-XVI in Fig. 15.

[0014] In allen Figuren ist ein Bandpaßfilter aus zwei übereinander angeordneten Hohlraumresonatoren A und B dargestellt, die eine gemeinsame, gewöhnlich im wesentlichen vertikal verlaufende Längsachse haben. Der mechanische und elektrische Aufbau der Hohlraumresonatoren A und B ist, abgesehen von den nachstehend erläuterten Einzelheiten, nicht Gegenstand der Erfindung und im übrigen dem Fachmann aus

der DE 198 32 804 A1 bekannt. Dies gilt insbesondere auch für die elektrischen Anschlüsse und die mechanische Verbindung der Hohlraumresonatoren A und B sowie für die mechanische Befestigung an einem nicht dargestellten Filterträger, die bei hohen HF-Leistungen auf jeden Fall schwimmend erfolgen muß, damit bei Erwärmung keine mechanischen Spannungen zwischen den Hohlraumresonatoren und dem Filterträger entstehen.

[0015] Abweichend vom Stand der Technik hat jeder Hohlraumresonator A, B eine eigene Trennwand 1, 2, in der sich mindestens eine Koppelöffnung befindet, die in den Figuren nicht zu sehen ist. Die Koppelöffnungen sind über einen Rohrstutzen 3 miteinander verbunden, der in den Ausführungsbeispielen elliptischen Querschnitt hat, was jedoch nur beispielhaft zu verstehen ist. Wie die Koppelöffnungen und dementsprechend der Querschnitt des Rohrstutzens 3 in Abhängigkeit von der gewünschten Filtercharakteristik zu gestalten ist, ist dem Fachmann bekannt. Der Rohrstutzen 3 überbrückt einen Zwischenraum Z zwischen den Trennwänden 1, 2. Die Breite bzw. Höhe des Zwischenraumes Z ist so bemessen, daß die Resonatoren A, B an dieser Stelle, an der im Betrieb auch die höchste Temperatur auftritt, wirksam gekühlt werden können. Die Figuren veranschaulichen unterschiedliche Ausführungsformen der Kühlung, die nachfolgend erläutert werden.

[0016] In der Ausführungsform nach den Fig. 1 und 2 ist an jeder der Trennwände 1, 2 eine z.B. wasserdurchflossene Kühlrohrschlange 4, 5 so angeordnet, daß ein guter Wärmeübergang sichergestellt ist. Die Kühlrohrschlangen können insbesondere mäanderförmig verlaufen (vgl. Fig. 2), damit sie trotz des Vorhandenseins des Rohrstutzens 3 nachträglich von der Seite her in den Zwischenraum Z eingeschoben werden können.

[0017] Bei der in den Fig. 3 und 4 dargestellten Ausführungsform befindet sich in dem Zwischenraum Z ein Plattenwärmetauscher 6, der aus Gründen der Montierbarkeit um den Rohrstutzen 3 herum angeordnete Segmente 61 umfaßt, von denen wiederum jedes aus einem oberen Segment 61a und einem unteren Segment 61b besteht. Die einzelnen Platten 611a und 611b sitzen voneinander beabstandet auf je einem zentralen Träger 612a bzw. 612b, der über nicht dargestellte Andruck- oder Verbindungsmittel in wärmeleitender Verbindung mit der entsprechenden Trennwand 1 bzw. 2 steht. Im einfachsten Fall können die Plattenwärmetauscher durch Einblasen von Luft in den Zwischenraum Z gekühlt werden. Zweckmäßiger ist eine Zwangsführung in Form eines den Zwischenraum umgebenden Kanals K mit mindestens einer Eintritts- und mindestens einer Austrittsöffnung (nicht dargestellt) für das Kühlmedium. Damit bei Erwärmung keine Zwangskräfte zwischen den Resonatoren entstehen, darf der Kühlkanal allenfalls mit einem der Resonatoren A oder B fest verbunden sein.

[0018] Die Fig. 5 und 6 veranschaulichen eine andere Ausführungsform, bei der in dem Zwischenraum um den Rohrstutzen herum zwei halbscheibenartig ausgebildete Kühlkörper 71, 72 angeordnet sind, die ober- und unterseitig in wärmeleitendem Kontakt mit den Trennwänden 1, 2 stehen. Die Kühlkörper 71, 72 enthalten Kühlrohre oder Kühlkanäle 51, 52.

[0019] Die Fig. 7 und 8 veranschaulichen eine Abwandlung dieser Ausführungsform, bei der in dem Zwischenraum um den Rohrstutzen 3 herum vier halbscheibenartig ausgebildete Kühlplatten 71a, 71b und 72a, 72b angeordnet sind, von denen die beiden Kühlplatten 71a, 72a mit ihrer oberen Großfläche gegen die Trennwand 1 anliegen und auf ihrer unteren Großfläche eine Kühlrohrschlange 51a tragen, während die beiden Kühlplatten 71b, 72b mit ihrer unteren Großfläche gegen die Trennwand 2 anliegen und auf ihrer oberen Großfläche eine Kühlrohrschlange 51b tragen. Um die Kühlplattenpaare 71a, 72a und 71b, 72b in schwimmender, wärmeleitender Verbindung mit den Trennwänden 1 bzw. 2 zu halten, können zwischen den Kühlplattenpaaren nicht dargestellte elastische Mittel, z.B. vorgespannte Schraubendruckfedern, angeordnet sein.

[0020] In der Ausführungsform nach den Fig. 9 und 10 befinden sich in dem Zwischenraum um den Rohrstutzen 3 herum zwei massive, halbscheibenartig ausgebildete Kühlkörper 81, 82, die an ihrem Umfang vertikal verlaufende Kühlrippen 81.1 bzw. 82.1 haben. Die Kühlung erfolgt durch Konvektion und Strahlung.

[0021] In einer in den Fig. 11 und 12 dargestellten Weiterbildung dieser Ausführungsform sind ähnlich wie in den Fig. 7 und 8 stattdessen vier solcher verrippter halbscheibenartig ausgebildete Kühlkörper 81a, 81b und 82a, 82b vorgesehen. Zwischen dem oberen Kühlkörperpaar 81a, 82a und dem unteren Kühlkörperpaar 81b, 82b befinden sich vorgespannte Schraubendruckfedern 83, die für eine satte, jedoch schwimmende Anlage der halbscheibenartigen Kühlkörper gegen die jeweiligen Trennwände 1, 2 sorgen.

[0022] Die Fig. 13 und 14 zeigen eine ähnliche Ausführungsform wie die Figuren 9 und 10, jedoch weisen die zwei halbscheibenartig ausgebildeten Kühlkörper 81, 82 zusätzlich zu den Rippen 81.1 und 82.1 radial angeordnete Heatpipes 84, die an sich bekannt sind, auf. Es handelt sich um geschlossene kurze Rohre, die, vereinfacht gesprochen, teilweise mit einem Wärmeträgermedium gefüllt sind, das am heißen (innenliegenden) Ende der Heatpipe verdampft und am außenliegenden, gekühlten Ende kondensiert und zum heißen Ende zurückströmt.

[0023] In der Ausführungsform nach den Fig. 15 und 16 sind die Kühlkörper analog der Ausführungsform in den Figuren 11 und 12 längs einer durch den Zwischenraum verlaufenden Mittelebene in ein oberes Paar 81a, 82a und ein unteres Paar 81b, 82b mit dazwischen angeordneten, vorgespannten Schraubendruckfedern 83 geteilt. Die Kühlkörper enthalten Heatpipes 84.1.

Patentansprüche

1. Bandpaßfilter aus einer Anzahl n ($n \geq 2$) Hohlleiter-Resonatoren (A, B), von denen die jeweils benachbarten mechanisch miteinander verbunden und elektrisch über mindestens eine Öffnung in einer Trennwand gekoppelt und der erste sowie der n -te Resonator durch je ein Endblech verschlossen sind, **dadurch gekennzeichnet**, daß die benachbarten Resonatoren (A, B) jeweils eine eigene Trennwand (1, 2) mit der mindestens einen Koppelöffnung haben und voneinander um einen Zwischenraum (7) zwischen den Trennwänden (1, 2) beabstandet sind, der durch einen die Koppelöffnungen verbindenden Rohrstutzen (3) überbrückt ist und daß der Zwischenraum (7) zum Abtransport von Wärme ausgebildet ist.
2. Bandpaßfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Zwischenraum mindestens eine Kühlrohrschlange (4, 5) in wärmeleitender Verbindung mit mindestens einer der Trennwände (1, 2) angeordnet ist.
3. Bandpaßfilter nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Zwischenraum segmentierte Plattenwärmetauscher (61) in wärmeleitendem Kontakt mit mindestens einer der Trennwände (1, 2) angeordnet und mit einem Kühlmedium umspült sind.
4. Bandpaßfilter nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß in dem Zwischenraum mindestens zwei halbscheibenartig ausgebildete Kühlkörper (71, 72; 81, 82) in wärmeleitendem Kontakt mit mindestens einer der Trennwände angeordnet sind.
5. Bandpaßfilter nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß in den Kühlkörpern (71, 72; 81, 82) von einem Kühlmedium durchströmte Kühlkanäle (51; 51a; 51b) ausgebildet sind.
6. Bandpaßfilter nach Anspruch 4 oder 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlkörper an ihrem Umfang Kühlrippen (81.1) haben.
7. Bandpaßfilter nach einem der Ansprüche 4 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlkörper radial ausgerichtete Heatpipes (84, 84.1) umfassen, deren kalte Enden außerhalb des Umfanges des Zwischenraums liegen und von einem Kühlmedium umspült sind.
8. Bandpaßfilter nach einem der Ansprüche 4 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Kühlkörper (71, 72; 81, 82) durch elastische Mittel (83) in wärmeleitendem Kontakt mit der ihnen benachbarten Trenn-

wand (1, 2) gehalten sind.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

Fig.1

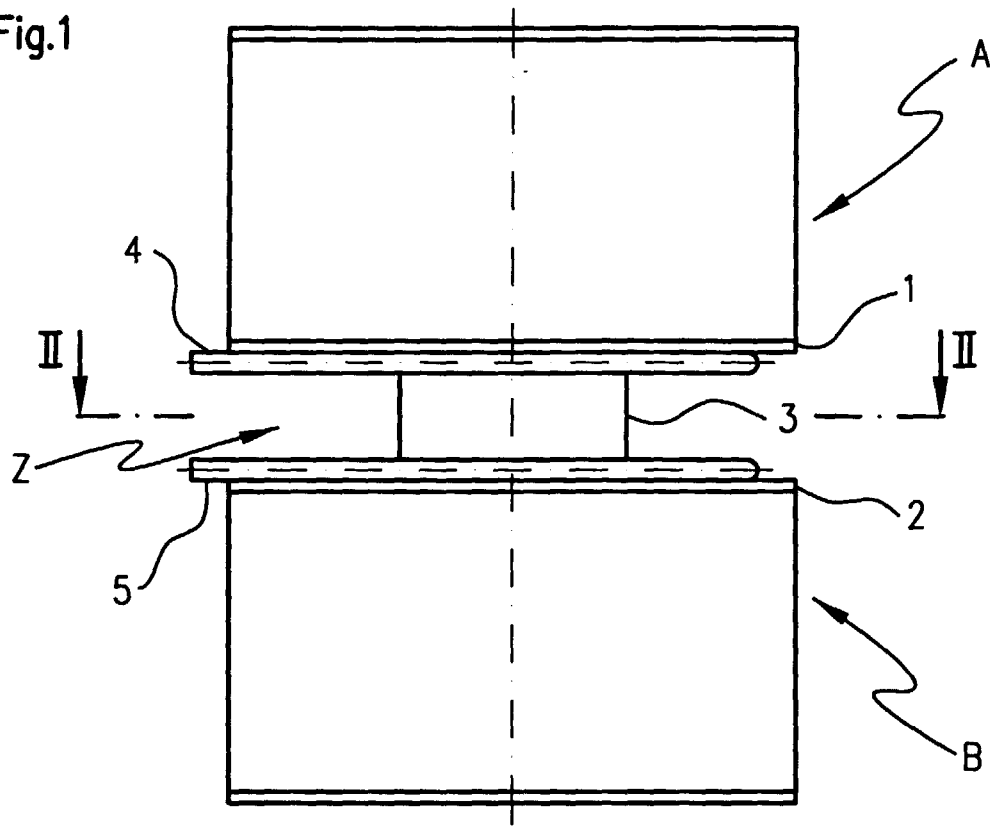


Fig.2

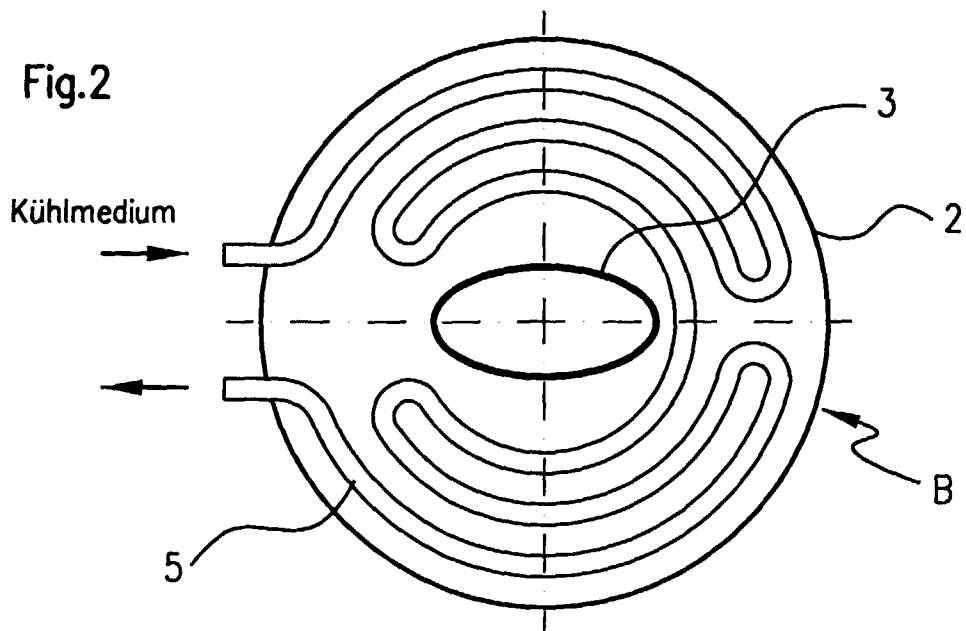


Fig.3

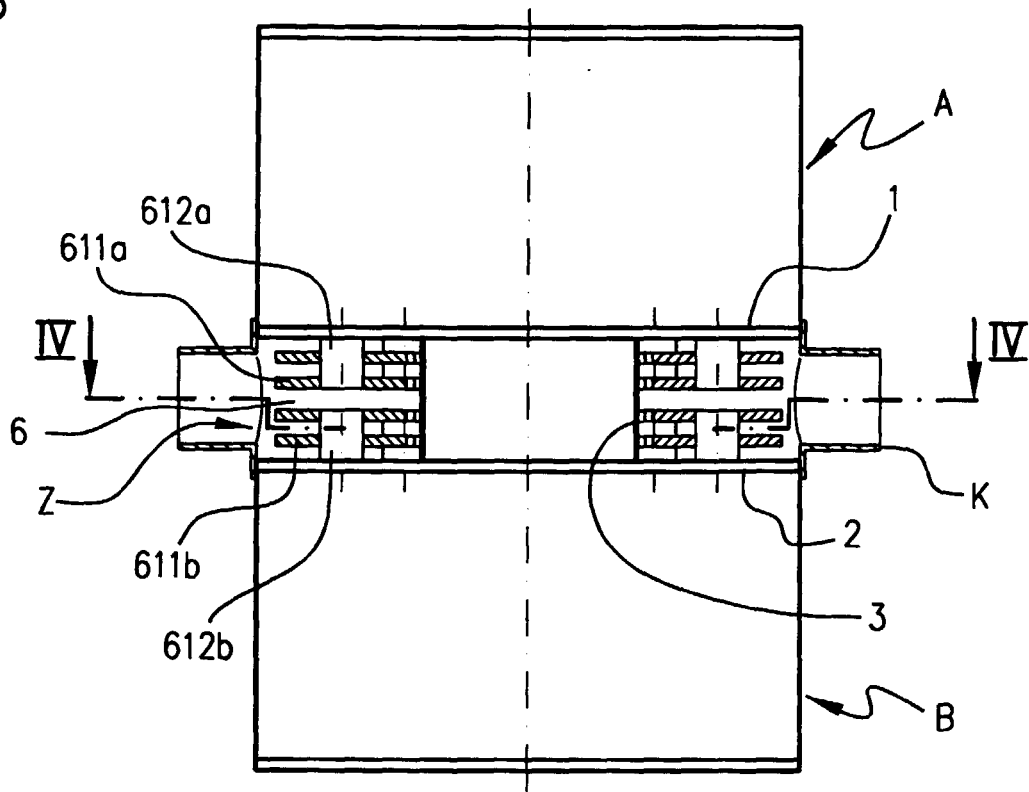


Fig.4

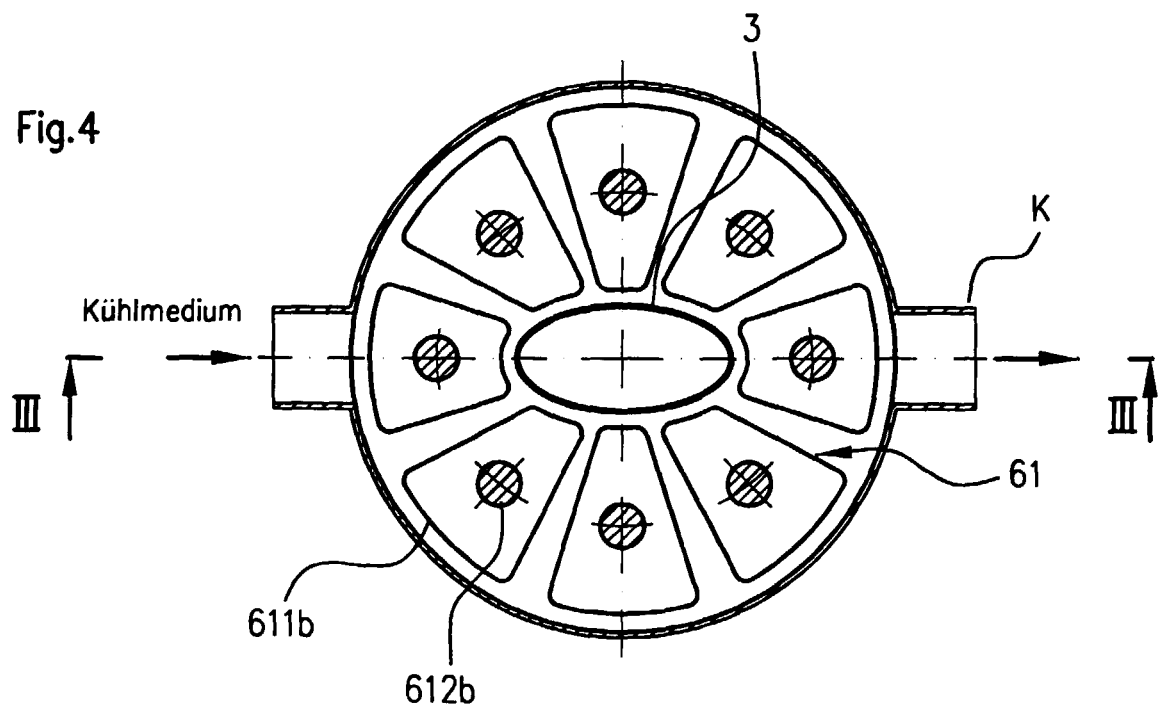


Fig.5

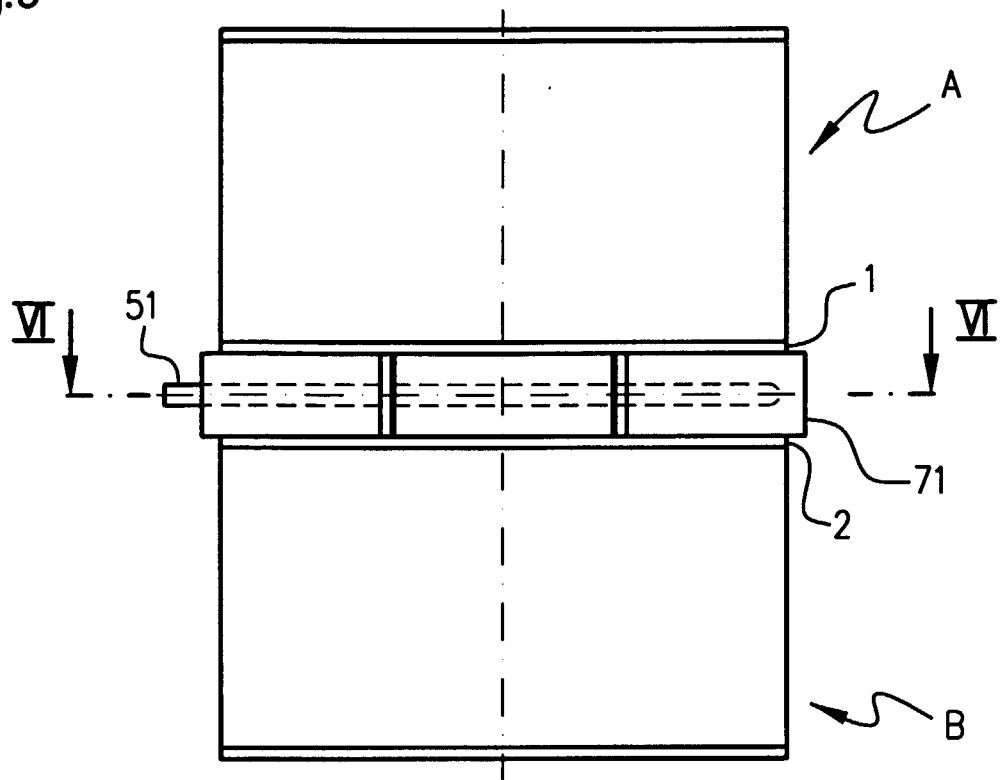


Fig.6

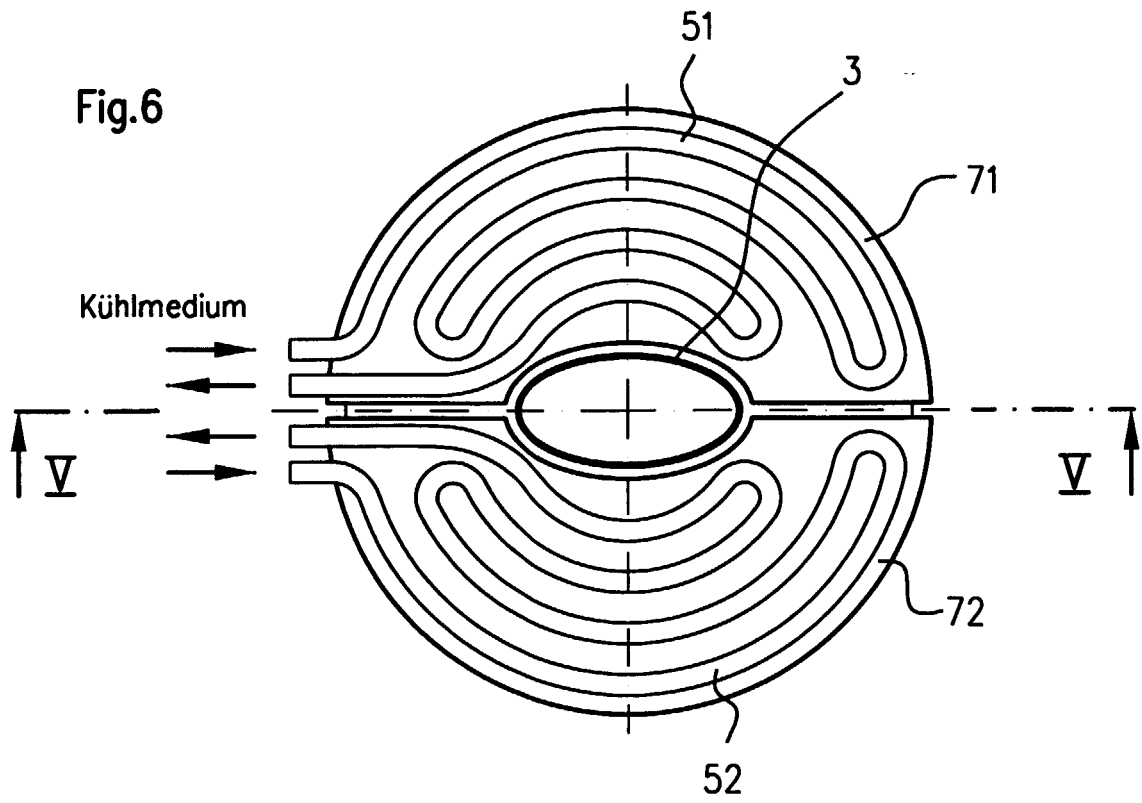


Fig.7

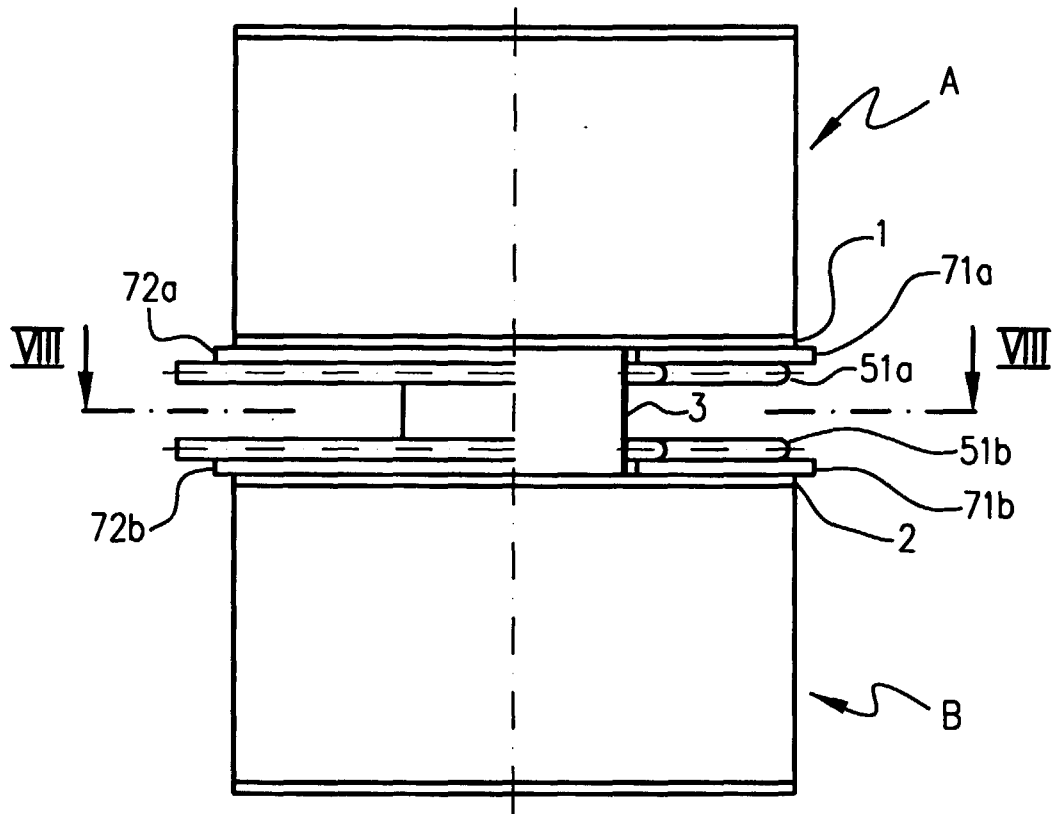


Fig.8

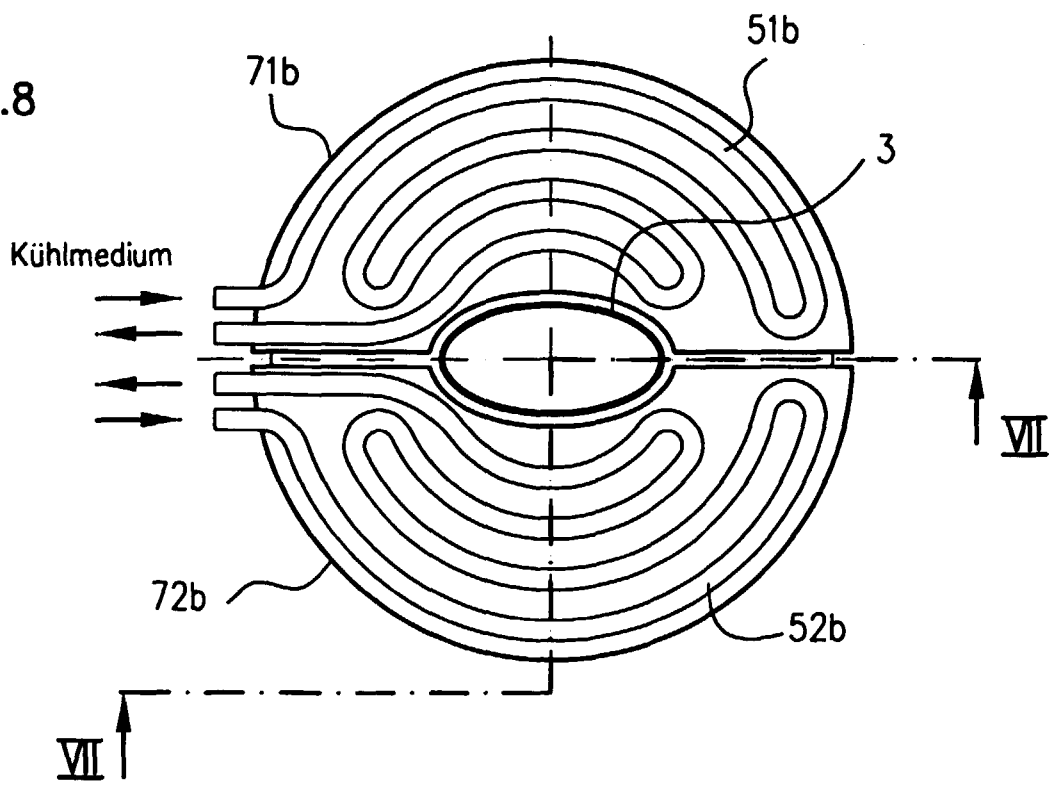


Fig.9

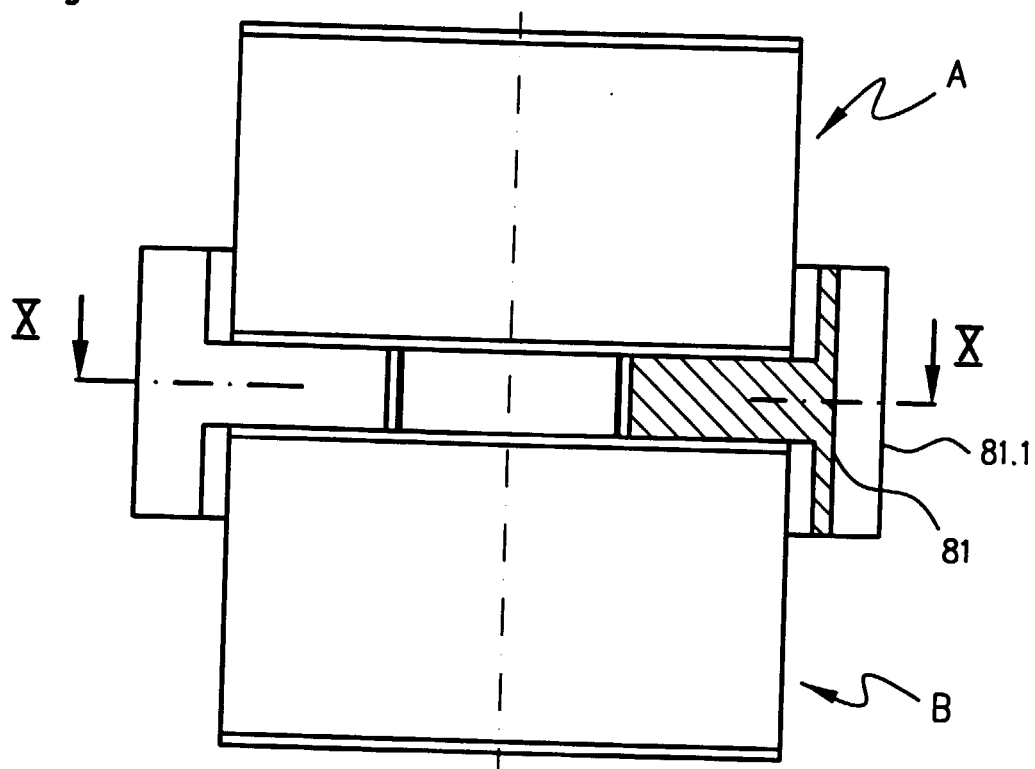


Fig.10

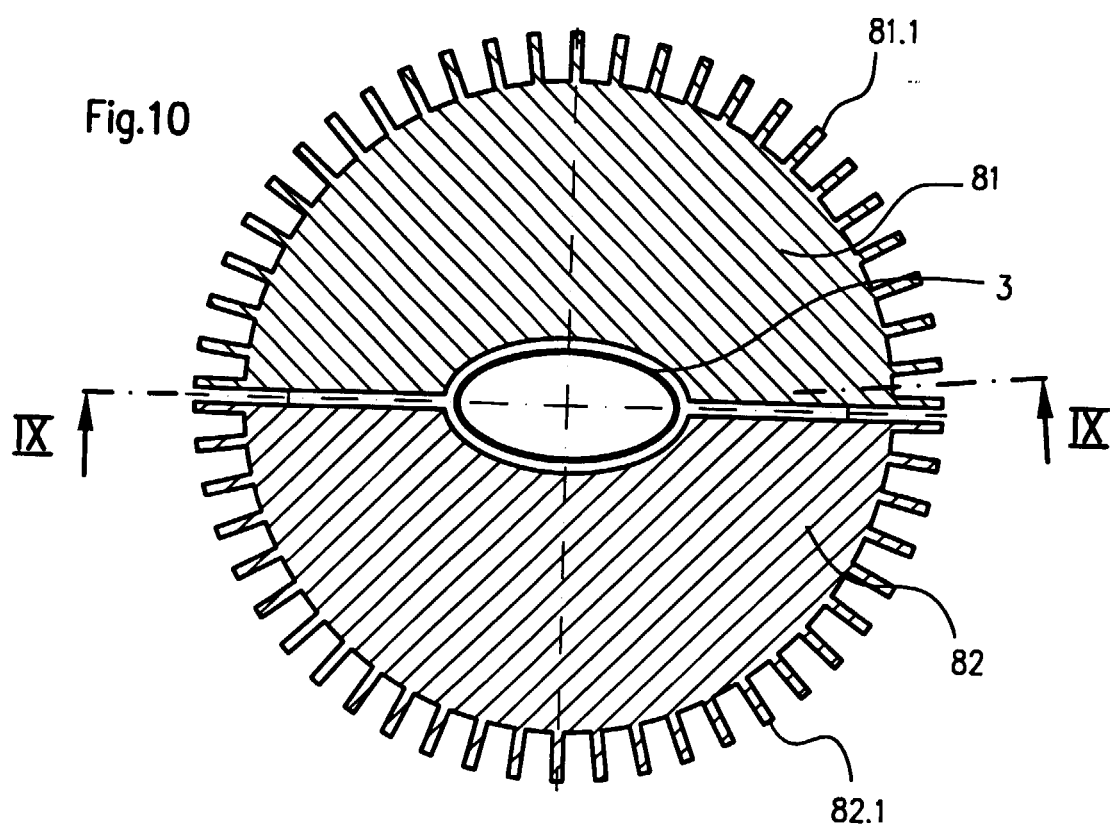


Fig.11

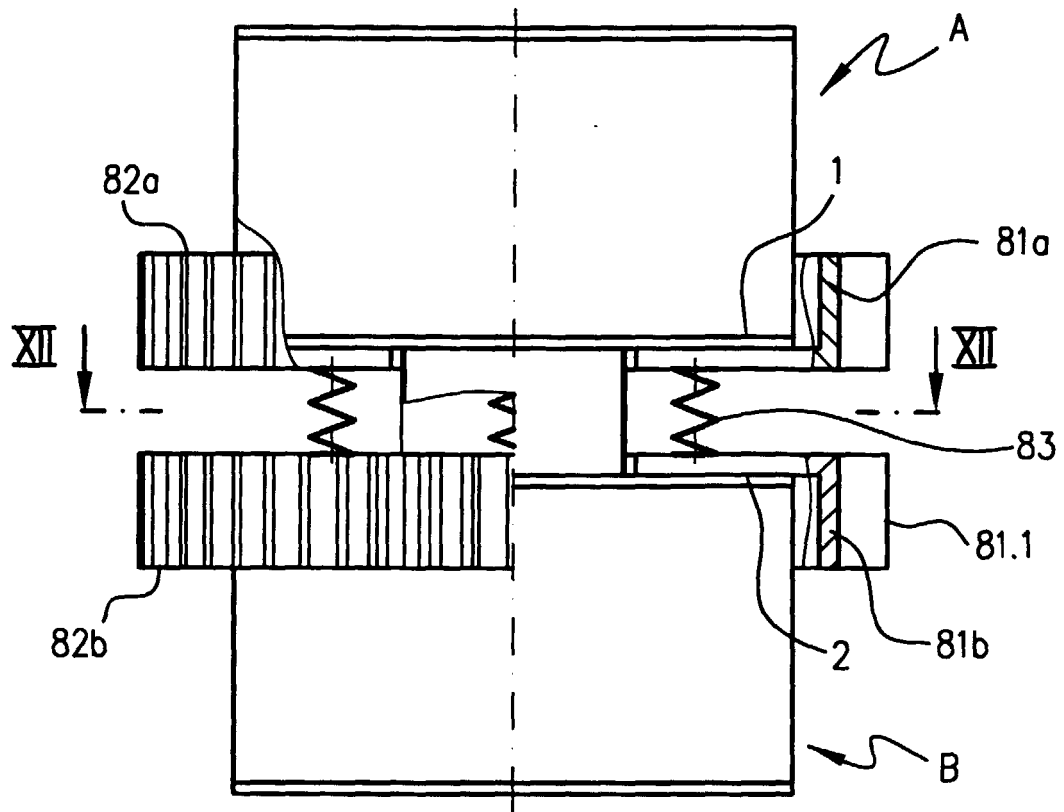


Fig.12

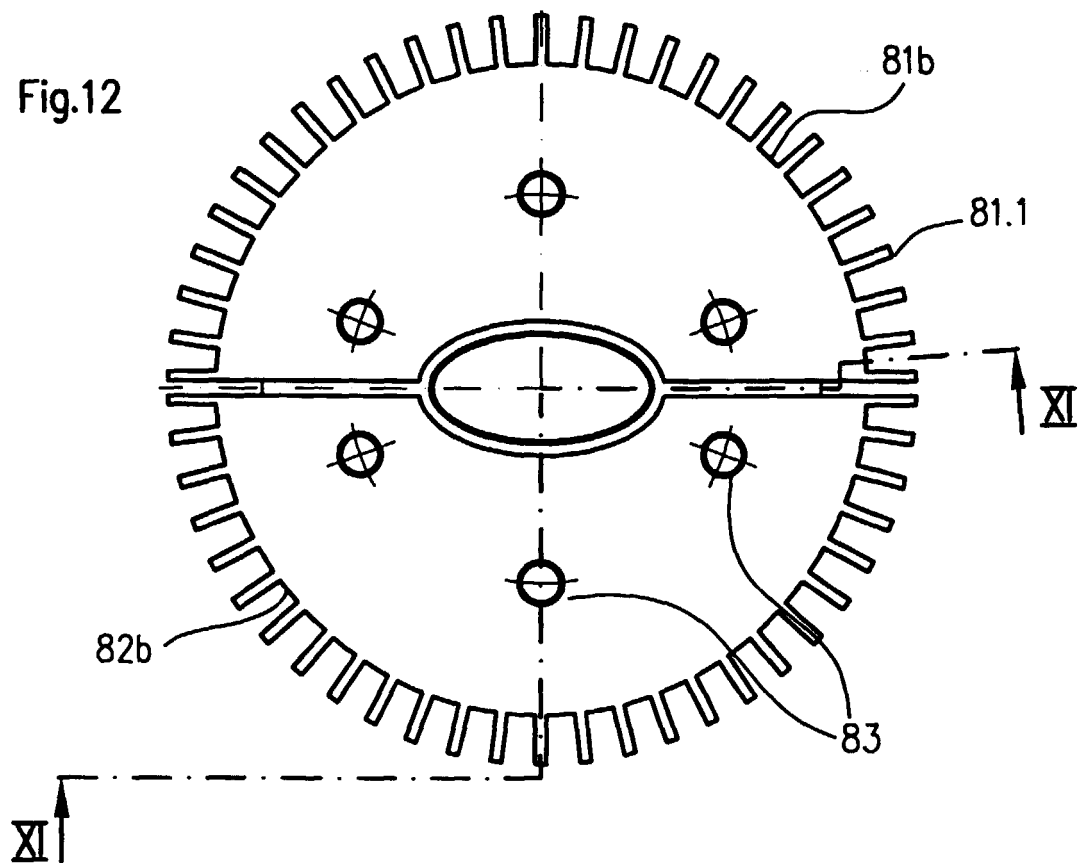


Fig.13

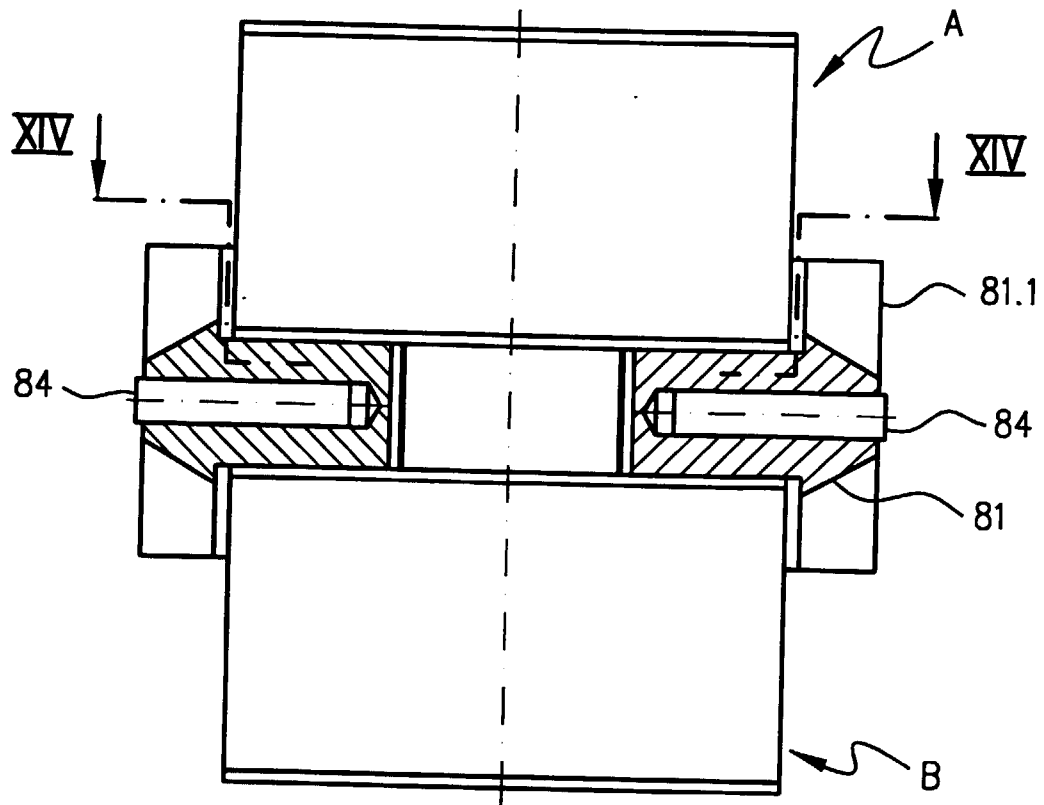


Fig.14

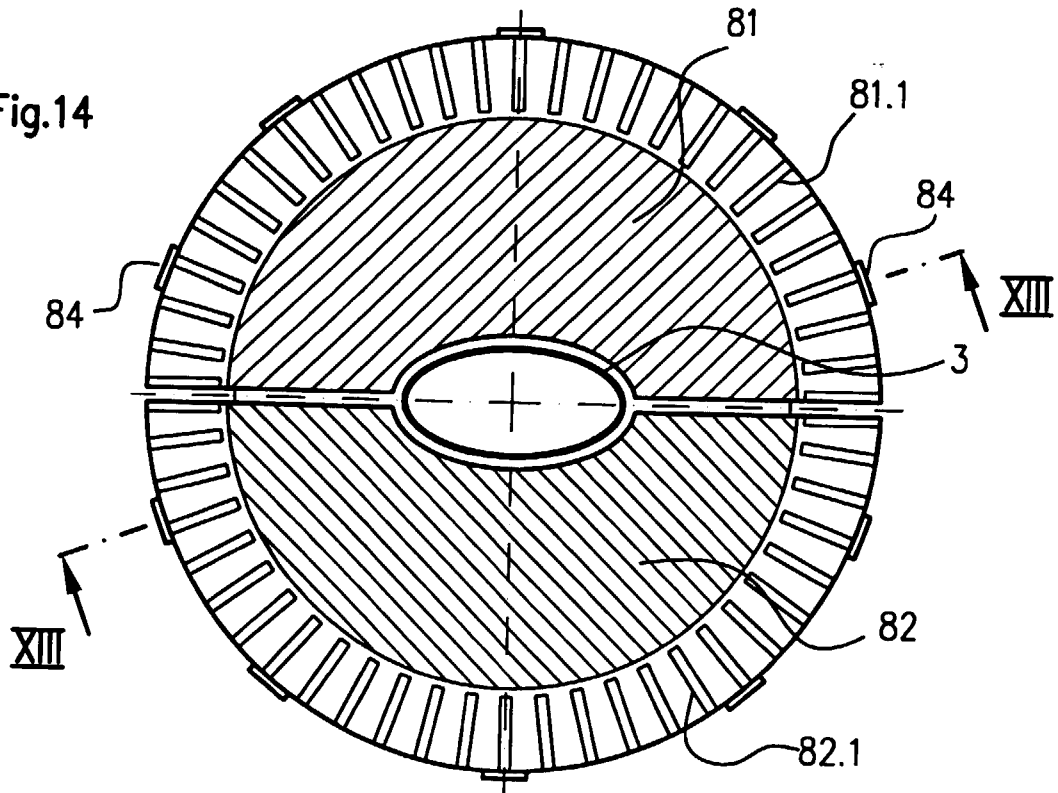


Fig.15

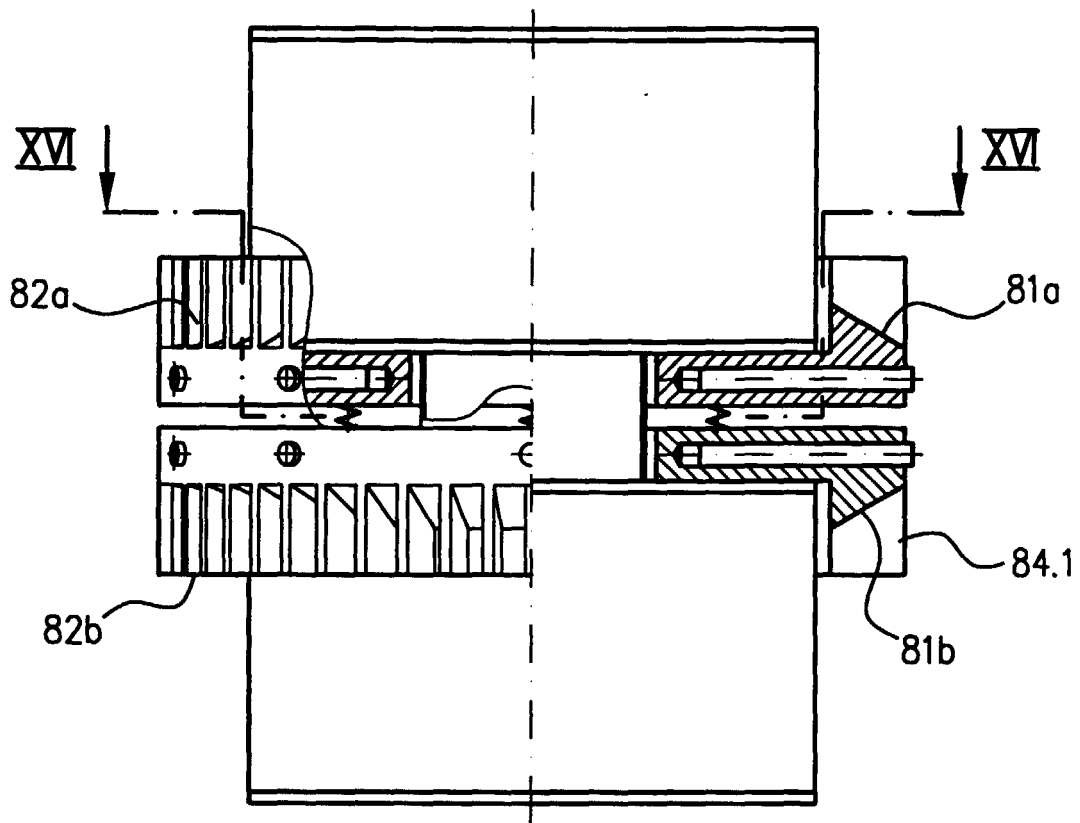


Fig.16

