(19) Europäisches Patentamt
European Patent Office
Office européen des brevets

(11) EP 0 882 512 A2

(12) EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
09.12.1998 Patentblatt 1998/50

(51) Int. Cl.[6]: **B04B 5/04**, B04B 7/08

(21) Anmeldenummer: **98105317.6**

(22) Anmeldetag: **24.03.1998**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AT BE CH 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: **05.06.1997 DE 19723613**

(71) Anmelder:
Heraeus Instruments GmbH & Co. KG
63450 Hanau (DE)

(72) Erfinder:
- **Betke, Viktor**
  37520 Osterode (DE)
- **Kopowski, Eckart, Dr.**
  38102 Braunschweig (DE)

(74) Vertreter: **Kühn, Hans-Christian**
Heraeus Holding GmbH,
Stabsstelle Schutzrechte,
Heraeusstrasse 12-14
63450 Hanau (DE)

(54) Rotor für Laborzentrifugen

(57) Ein Rotor für Laborzentrifugen weist ein nach oben geöffnetes Rotorgehäuse auf, das eine um die Rotordrehachse konzentrisch umlaufende Ringwanne enthält, deren Innenrand von einem sich nach oben verjüngenden Kegelstumpf begrenzt wird, auf dem sich die zentrisch angeordnete Rotornabe befindet, während der äußere Rand der Ringwanne den Peripheriebereich des Zentrifugenrotors bildet und von einem sich nach oben verjüngenden Hohlkegelstumpf abgedeckt ist. Das Rotorgehäuse weist in seinem oberen Bereich eine kreisförmige Öffnung auf, die durch einen Rotordeckel verschließbar ist, der mittels einer in die Rotornabe eingreifenden Schraube mit dem Rotorgehäuse verbunden wird; die umlaufende Ringwanne enthält im Bereich ihrer Ränder zusätzliche Ausnehmungen zur Aufnahme von Probenröhrchen, die in regelmäßigen Abständen angeordnet sind.

Aufgrund der umlaufenden Ringwanne wird ein masseoptimierter Zentrifugenrotor mit geringem Trägheitsmoment geschaffen, wobei die monolithische Ausführung des Rotorgehäuses eine hohe Sicherheit gegen Kontamination durch Glasbruch von Proberöhrchen aufweist.

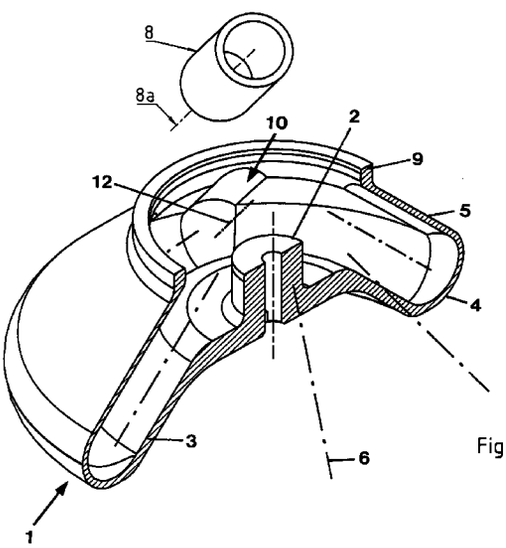


Fig. 1a

EP 0 882 512 A2

Beschreibung

Die Erfindung betrifft einen Rotor für Laborzentrifugen mit einem nach oben geöffneten Rotorgehäuse mit wenigstens einer Ausnehmung zur Aufnahme von Probenmaterial.

Aus der DE 33 34 655 C2 ist ein Zentrifugenrotor bekannt, der ein Gefäßaufnahmeteil, ein als Deckel ausgebildetes das Gefäßaufnahmeteil im Gefäßaufnahmeöffnungsbereich abschließendes Oberteil und eine Auffangrinne aufweist. Das Gefäßaufnahmeteil ist wannenförmig ausgebildet und zeigt mit seiner offenen Seite nach unten, wobei es auf einem Unterteil mit einem hochgezogenen Rand am Außenumfang aufsitzt; Deckelgefäßaufnahmeteil und Unterteil weisen jeweils eine zentrale Ausnehmung auf, mit der sie auf einer Zentrifugenwelle so aufgereiht sind, daß sie untereinander zusammenhalten und mit einem Verschluß gegen einen Anschlag auf der Zentrifugenwelle festgehalten werden.

Als problematisch erweist sich bei Rotoren, die aus mehreren Teilen gefügt sind, die Möglichkeit gegen Aerosol bzw. Flüssigkeitsaustritt abzudichten, wobei ggf. zusätzliche Bauteile erforderlich sind, um Proberöhrchen als Gefäße aufzunehmen. Aufgrund des Zusammenfügens von mehreren Teilen ist in der Regel ein zusätzlicher Auswuchtaufwand erforderlich.

Weiterhin ist aus der EP 0 290 687 B1 ein Hybridzentrifugenrotor bekannt, der einen Rotorkörper, einen den Rotorkörper umgebenden Verstärkungsring aus anisotropem Material aufweist, wobei der Verstärkungsring mittels einer Festsitzpassung zwischen dem Rotorkörper und dem Ring vorgespannt ist; der Rotorkörper weist ein Körpergebilde aus einem axialsymmetrischen Block aus isotropem Material auf, wobei mehrere Ausnehmungen zur Aufnahme von Proberöhrchen vorgesehen sind; der genannte Rotorkörper übt einen auswärts gerichteten Druck gegen die Innenoberfläche des genannten Rings aus; auch wenn es sich hierbei um eine Leichtbaukonstruktion von Zentrifugenrotoren handelt, ist doch der zusätzliche Aufwand zur Verstärkung mittels Verstärkungsring beträchtlich.

Die Erfindung stellt sich die Aufgabe, einen masseoptimierten Zentrifugenrotor in Leichtbauweise zu schaffen, der ein geringes Trägheitsmoment aufweist und die Eigenschaft, Flüssigkeiten während des Zentrifugenlaufs zurückzuhalten, aufrechterhält.

Die Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

Als besonders vorteilhaft erweist es sich, daß die umlaufende Ringwanne ein verhältnismäßig geringes Trägheitsmoment besitzt, so daß der Rotor rasch auf die vorgeschriebene Drehzahl gebracht werden und auch wieder abgebremst werden kann, wobei aufgrund des geringen Trägheitsmoments auch die mechanische Belastung der Rotor-Halterung bzw. -Lagerung reduziert wird. Der Aufwand für das Sicherheitscontainment (Panzerung der Zentrifuge) kann entsprechend geringer ausfallen, woraus sich eine Kosten- und Gewichtsersparnis ergibt.

In einer bevorzugten Ausführungsform ist das Rotorgehäuse monolithisch aufgebaut, so daß bei Bruch von Proberöhrchen keinerlei Kontaminationsprobleme innerhalb der Zentrifuge auftreten können, darüberhinaus läßt sich der Rotor verhältnismäßig einfach reinigen.

Dabei ist es auch möglich, Probenmaterial direkt in die Ringwanne - d.h. ohne Einsatz von zusätzlichen Probengefäßen - einzugeben; ein solcher Einsatz ist insbesondere beim Zentrifugieren einer größeren Flüssigkeitsmenge vorteilhaft, beispielsweise beim Abernten von Hefezellen aus Fermenten.

Vorteilhafte Ausgestaltungen des Gegenstandes der Erfindung sind in den Ansprüchen 2 bis 10 angegeben.

Ein weiterer Vorteil ist darin zu sehen, daß aufgrund der versteifenden und zentrierenden Wirkung des Rotordeckels auch bei hoher Drehzahl die Stabilität des Gefäßes gegen Abplattung ausreichend ist, so daß die Geometrie des Rotors auch bei starker Belastung erhalten bleibt.

Im folgenden ist der Gegenstand der Erfindung anhand der Figuren 1a, 1b, 1c und 2a, 2b und 2c näher erläutert.

Figur 1a zeigt ein bruchstückhaft dargestelltes Rotorgehäuse, das entlang der Längsachse aufgebrochen dargestellt ist und zusammen mit einem Rotordeckel den Rotor einer Laborzentrifuge bildet;

Figur 1b zeigt bruchstückhaft einen Teilausschnitt des Rotorgehäuses von oben in axialer Richtung einer Bohrung für ein Gefäß gesehen, wobei die Ausnehmung für Proberöhrchen als Probengefäße erkennbar ist;

Figur 1c zeigt perspektivisch gebrochen dargestellt einen auf das Rotorgehäuse axial aufsetzbaren Rotordeckel.

Figur 2a zeigt einen Längsschnitt durch den Rotor mit zwei hinter der Schnittfläche liegenden Ausnehmungen für Probengefäße sowie zwei geschnitten dargestellten Ausnehmungen für Probengefäße;

Figur 2b zeigt eine Draufsicht auf den Rotor entlang der Längsachse.

Figur 2c zeigt im Längsschnitt bruchstückhaft einen auf das Rotorgehäuse aufsetzbaren Rotordeckel zusammen mit einer zentrischen Schraube, die zwecks Befestigung auf dem Rotorgehäuse in ein Gewinde am oberen Ende der Rotornabe eingreift.

Gemäß Figur 1a besteht das Rotorunterteil aus einem monolithischen Rotorgehäuse 1, dessen Rotor-

nabe 2 im mittleren Teil eines sich nach oben verjüngenden Kegelstumpfes 3 zentrisch angeordnet ist, welcher zusammen mit der Rotornabe den mittleren Bereich des Rotorgehäuses bildet. Der sich nach unten verbreiternde Bereich des Kegelstumpfes 3 ist an seinem äußeren Rand von einer umlaufenden Ringwanne 4 in Form einer Ringnut umgeben, die den Perpheriebereich des Rotorgehäuses bildet, wobei sich ausgehend vom Bereich des äußeren Randes dieser Ringwanne ein sich nach oben verjüngender Hohlkegelstumpf 5 anschließt. Die Rotordrehachse der im wesentlichen axialsymmetrisch ausgebildeten Anordnung ist mit Ziffer 6 bezeichnet. Der sich nach oben verjüngende Hohlkegelstumpf 5 weist an seinem oberen Rand einen umlaufenden zylindrischen Ringflansch 9 auf, welcher mit einem nachstehend erläuterten Rotordeckel verschließbar ist.

Der Winkel des Mantels von Hohlkegelstumpf 5 bildet im Längsschnitt gesehen mit der Rotordrehachse 6 einen Winkel von ungefahr 45°. Auf seiner Innenseite weist der Hohlkegelstumpf 5 Ausnehmungen 10 auf, die als Teil eines Hohlzylinders ausgebildet sind und zur Positionierung von einzusetzenden zylindrischen Proberöhrchen als Probengefäß 8 dienen, von denen eines vor seiner Aufnahme in das Rotorgehäuse schematisch in Figur 1a dargestellt ist. Die Längsachsen 12 der den Ausnehmungen 10 entsprechenden Hohlzylinder bilden mit der Rotordrehachse 6 ebenfalls einen Winkel von 45°, so daß auch eingesetzte Proberöhrchen als Probengefäße 8 mit ihrer Längsachse 8a einen solchen Winkel bilden. Probengefäße 8 und Ausnehmung 10 haben denselben Durchmesser (Spielpassung).

Figur 1b zeigt bruchstückhaft einen Sektor des Rotorgehäuses 1 mit der Ausnehmung 10, die durch gestrichelte Linien 11 zu einem im Querschnitt dargestellten Hohlzylinder ergänzt worden ist, dessen Achse 12 schematisch durch ein Kreuz (Mittelpunkt) dargestellt ist. Anhand Figur 1b ist erkennbar, daß das einzusetzende Proberöhrchen in der Ausnehmung 10 des Hohlkegelstumpfes 5 formschlüssig gehalten wird, während es auf der Gegenseite in radialer Richtung gesehen von Kegelstumpf 3 ohne formschlüssige Halterung abgestützt ist.

Es ist jedoch auch möglich, die Ausnehmung für Probegefäße so zu gestalten, daß die Ausnehmung auch in den Kegelstumpf 3 eingreift, so daß die Probegefäße jeweils von sich gegenüberliegenden Ausnehmung in Hohlkegelstumpf 5 und Kegelstumpf 3 gehalten werden; hieraus ergibt sich eine weitere Verringerung des Trägheitsmoments von Rotorgehäuse 1; bei Einsatz von Proberöhrchen mit verringertem Durchmesser werden diese mittels eines Adapters gehalten, dessen Außenabmessungen den Ausnehmungen 10 entsprechen.

Es ist somit möglich, die einzusetzenden Proberöhrchen während des Anfahr-, Zentrifugier- und Bremsvorganges gegen Verschiebungen zu schützen. Der Boden von Ausnehmung 10 ist ebenso wie der Boden eines üblichen Probegefäßes kugelförmig ausgebildet.

Figur 1c zeigt den gebrochen dargestellten Rotordeckel, der im wesentlichen axialsymmetrisch ausgebildet ist; der tellerförmig ausgebildete Randbereich 15 des Rotordeckels 16 weist an seiner Unterseite ein zylindrisches Formelement 17 auf, das im Bereich seiner äußeren Mantelfläche 18 eine umlaufende Ringnut 19 zur Aufnahme eines Dichtrings (O- Rings) zwecks Abdichtung zwischen Rotorgehäuse und Rotordeckel enthält. Der zentrische Bereich 21 des Rotordeckels 16 weist eine trichterförmige Vertiefung mit einer Öffnung 22 auf, durch die eine in Rotornabe 2 (gemäß Figur 1a) eingreifenden Schraube (hier nicht dargestellt) durchführbar ist.

Figur 2a stellt einen Längsschnitt entlang Linie A-A durch das in Figur 2b als Draufsicht dargestellte Rotorgehäuse dar; anhand Figur 2a ist erkennbar, daß der mittlere Bereich aus Kegelstumpf 3 und zentrisch angeordneter Rotornabe 2 von Ringwanne 4 im Bereich des Umfangs umgeben ist, wobei die Ringwanne 4 durch einen Hohlkegelstumpf 5, welcher sich nach oben verjüngt, abgedeckt ist. Die kreisförmige Öffnung 13 des Hohlkegelstumpfes 5 ist von einem umlaufenden Ringflansch 9 umgeben, welcher zur Aufnahme eines Rotordeckels vorgesehen ist. Im rückwärtigen Bereich der Figur 2a sind - ebenso wie in der Schnittebene - die hohlzylindrischen Ausnehmungen 10 für Proberöhrchen als Probengefäße zu erkennen, die jeweils in regelmäßigen Abständer\; wie z.B. in Winkelabschnitten von 60° - angeordnet sind.

Gemäß Figur 2b sind die auf der Innenseite des Hohlkegelstumpfes 5 vorgesehenen Ausnehmungen 10 gestrichelt dargestellt, da sie von der Oberseite her nicht erkennbar sind. Weiterhin ist die Aufteilung in regelmäßigen Abständen unter einen jeweiligen Winkel von 60° zu erkennen; die in die Ausnehmungen 10 einzusetzenden Probengefäße bzw. Proberöhrchen weisen einen Inhalt von 50 ml auf, bzw. sind für eine Beladung von 130 g für Gefäß und Probe vorgesehen.

Die Rotornabe 2 weist an ihrem unteren Ende Ausnehmungen zur formschlüssigen Verbindung durch Aufstecken auf die hier nicht dargestellte Antriebswelle der Zentrifuge auf.

Figur 2c zeigt bruchstückhaft im Längsschnitt den auf das Rotorgehäuse 1 aufgesetzten Rotordeckel 16 gemäß Figur 1c, welcher die vom umlaufenden Ringflansch 9 gebildete Öffnung 13 abdeckt, so daß bei einer Leckage wegen Gefäßüberfüllung oder Gefäßbruch der Probengefäße 8 keinerlei Substanz aus dem Rotor austreten kann.

Der Rotordeckel 16 wird auf dem Rotorgehäuse 1 mittels einer zentrischen Schraube 20 befestigt, welche in ein Gewinde am oberen Ende der Rotornabe 2 eingreift. Die Deckelränder stehen über den oberen Rotorrand radial über; in der Praxis werden zwei O-Ringe als Dichtung eingesetzt und zwar innen (O-Ring im Ringflansch vom Rotorgehäuse) und außen (O-Ring im

zylinderischen Formelement des Rotordeckels). Die Dichtflächen sind zylindrisch ausgebildet, wie es beispielsweise in der US 4,360,151 beschrieben ist.

Das Rotorgehäuse besteht vorzugsweise aus einer Aluminiumlegierung mit einer Streckgrenze $R_{P\ 0,2}$ im Bereich von 200 MPa bis 400 MPa. Der auf das Rotorgehäuse aufsetzbare Rotordeckel besteht vorzugsweise ebenfalls aus einer Aluminiumlegierung (gleiche Aluminiumlegierung wie Rotorgehäuse) oder auch aus Kunststoff, z.B. aus Polysulfon. In Aluminiumausführung (Aluminiumlegierung) trägt der Rotordeckel zur Stabilität des Rotors bei. Das Verhältnis von Außenumfang des Rotorgehäuses zu seiner Höhe liegt im Bereich von 1:1 bis 3:1, vorzugsweise bei 2,5:1; der äußere Durchmesser des Rotorgehäuses 1 liegt im Bereich von 200 bis 300 mm, in der bevorzugten Ausführungsform bei 260 mm. Die bevorzugte Drehzahl des Rotors liegt im Bereich von 8000 bis 20000 min^{-1}, vorzugsweise bei 9000 min^{-1} für ein Rotorgehäuse aus einer Aluminiumlegierung AlSi1.

Die einzusetzenden Probengefäße bestehen vorzugsweise aus Kunststoff, wie Polycarbonat, Polyphenylenoxid, Polypropylen; es ist jedoch auch möglich, Probengefäße aus Stahl einzusetzen.

Patentansprüche

1. Rotor für Laborzentrifugen mit einem nach oben geöffnetem Rotorgehäuse mit wenigstens einer Ausnehmung zur Aufnahme von Probenmaterial, dadurch gekennzeichnet, daß die Ausnehmung im Peripherie-Bereich des Rotors als konzentrisch umlaufende Ringwanne (4) ausgebildet ist, die an ihrem inneren Rand in Richtung Rotorachse (6) gesehen von einem axialsymmetrisch angeordneten, sich nach oben verjüngenden Kegelstumpf (3) begrenzt wird und ausgehend vom Bereich ihres äußeren Randes von einem sich nach oben verjüngenden Hohlkegelstumpf (5) abgedeckt ist.

2. Rotor nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß das Rotorgehäuse (1) als monolithisches Bauelement ausgebildet ist.

3. Rotor nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, daß die umlaufende Ringwanne (4) im Bereich wenigstens eines ihrer beiden Ränder zusätzliche Ausnehmungen (10) zur Aufnahme von Probegefäßen (8) aufweist, die in regelmäßigen Abständen angeordnet sind.

4. Rotor nach Anspruch 3, dadurch gekennzeichnet, daß der äußere Rand der Ringwanne (4) als Teil eines Hohlzylinders ausgebildete Ausnehmungen (10) aufweist, die jeweils dem Profil eines einzusetzenden Probegefäßes (8) in Form eines Proberöhrchens angepaßt sind.

5. Rotor nach Anspruch 4, dadurch gekennzeichnet, daß die Achsen (12) der als Teil eines Hohlzylinders ausgebildeten Ausnehmungen (10) mit der Rotordrehachse (6) jeweils einen Winkel bilden, der im Bereich von 38° bis 52° - vorzugsweise bei 45° - liegt.

6. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß das Rotorgehäuse (1) aus einer Aluminiumlegierung - vorzugsweise aus AlSi1 - besteht.

7. Rotor nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die Drehzahl des Rotors im Bereich von 8000 bis 20000 min^{-1} - vorzugsweise bei 9000 min^{-1} - liegt.

8. Rotor nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß das Rotorgehäuse (1) in seinem oberen Bereich eine kreisförmige Öffnung (13) aufweist, die durch einen Rotordeckel (16) verschließbar ist, wobei aufgrund der versteifenden und zentrierenden Wirkung des Rotordeckels (16) auf den oberen Rand der Öffnung (13) des Rotorgehäuses (1) die Stabilität des Rotors beim Zentrifugiervorgang erhöht wird.

9. Rotor nach Anspruch 8, dadurch gekennzeichnet, daß der Rotordeckel (16) in seinem Randbereich ein zylindrisches Formelement (17) aufweist, das formschlüssig in die Öffnung (13) des Rotorgehäuses (1) eingreift.

10. Rotor nach Anspruch 9, dadurch gekennzeichnet, daß das zylindrische Formelement (17) des Rotordeckels (16) im Bereich seiner äußeren Mantelfläche (18) eine umlaufende Ringnut (19) zur Aufnahme eines Dichtrings aufweist.

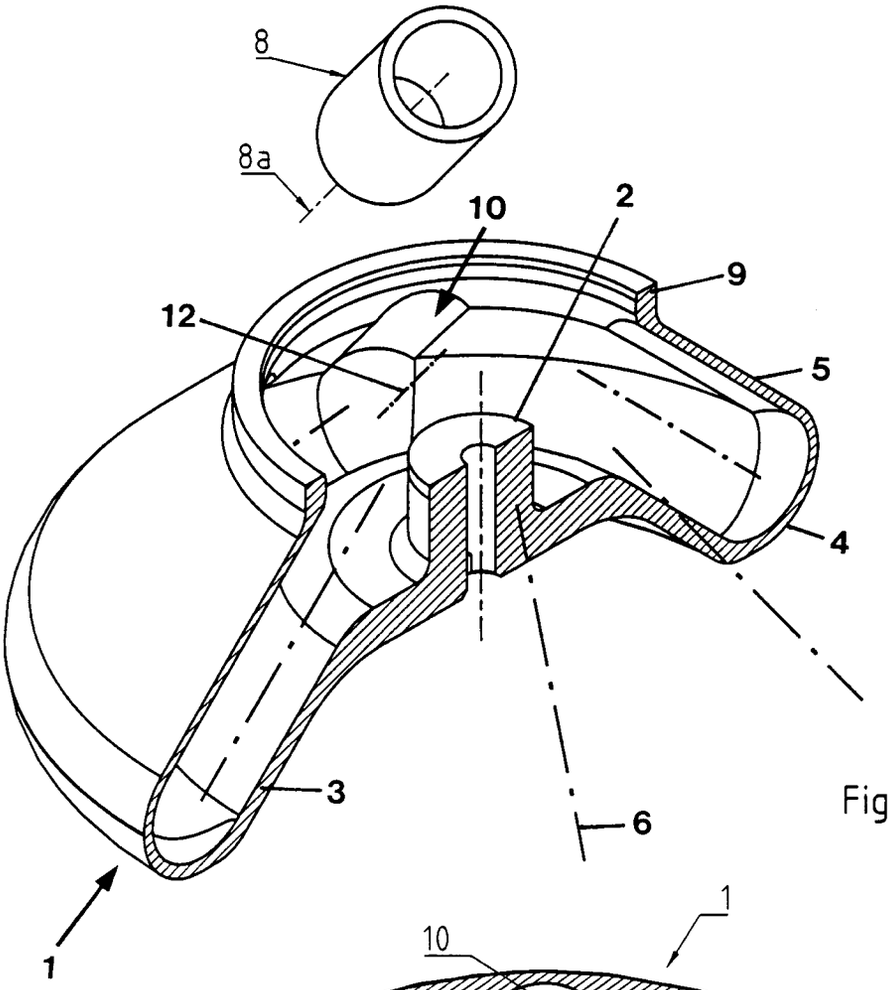


Fig. 1a

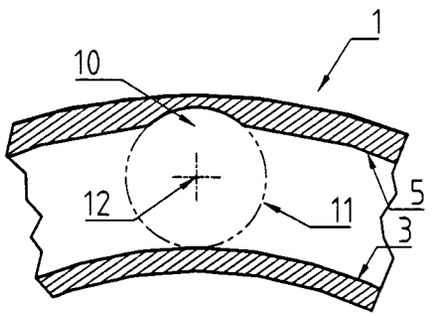


Fig. 1b

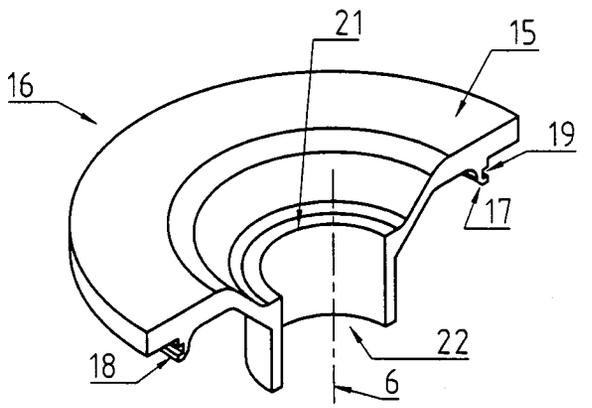


Fig. 1c

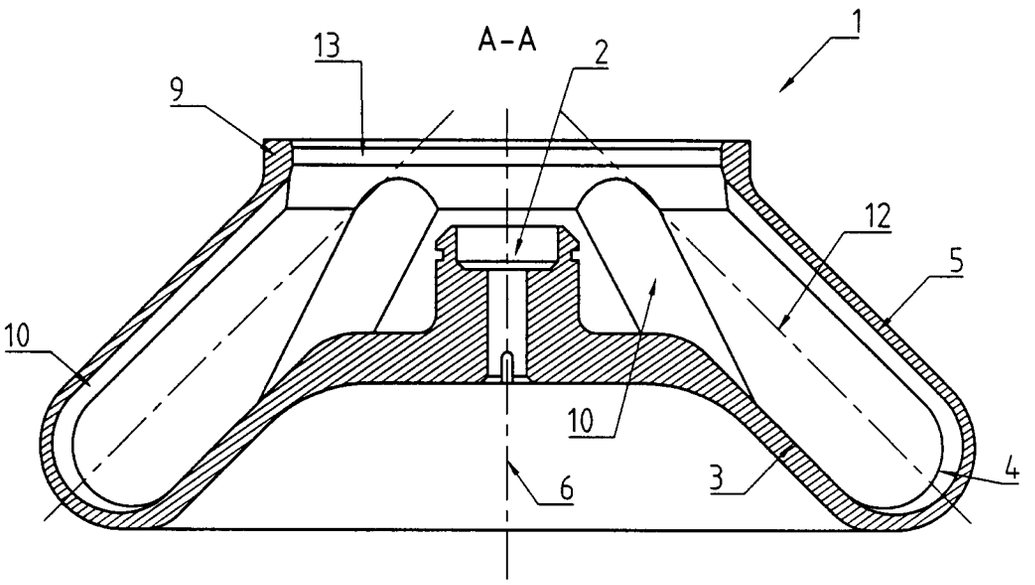


Fig. 2a

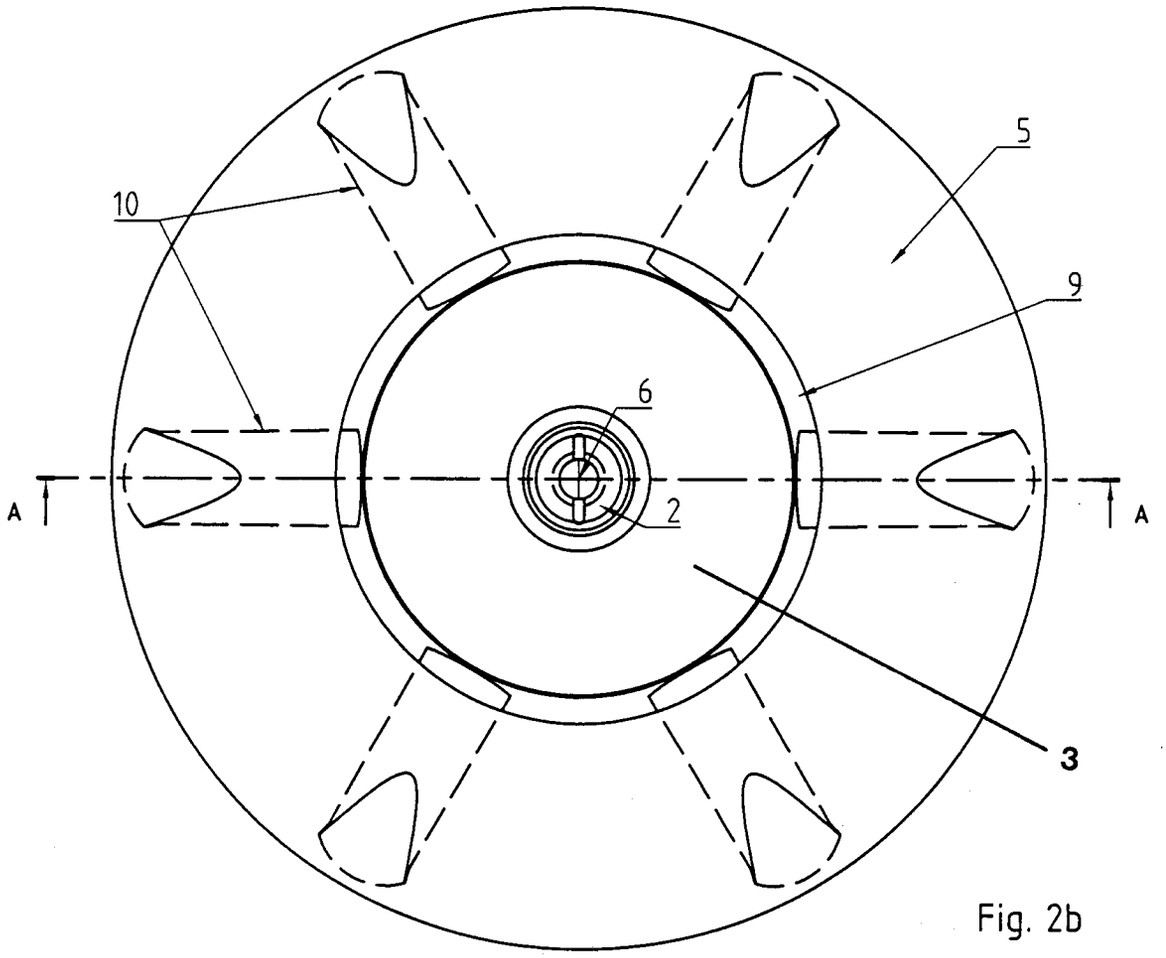


Fig. 2b

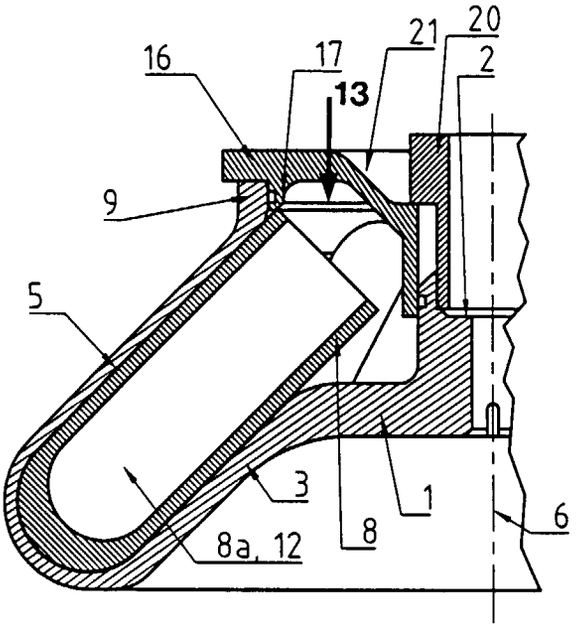


Fig. 2c