

(19)



(11)

**EP 2 335 830 B2**

(12)

**NEUE EUROPÄISCHE PATENTSCHRIFT**  
Nach dem Einspruchsverfahren

(45) Veröffentlichungstag und Bekanntmachung des  
Hinweises auf die Entscheidung über den Einspruch:  
**11.11.2020 Patentblatt 2020/46**

(51) Int Cl.:  
**B04B 15/02 (2006.01)**

(45) Hinweis auf die Patenterteilung:  
**27.03.2013 Patentblatt 2013/13**

(21) Anmeldenummer: **09015628.2**

(22) Anmeldetag: **17.12.2009**

**(54) Laborzentrifuge mit Kompressorkühlung**

Laboratory centrifuge with compressor cooler

Centrifugeuse de laboratoire dotée d'un refroidissement par compresseur

(84) Benannte Vertragsstaaten:  
**AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR  
HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO PL  
PT RO SE SI SK SM TR**

(43) Veröffentlichungstag der Anmeldung:  
**22.06.2011 Patentblatt 2011/25**

(73) Patentinhaber: **EPENDORF AG**  
**22339 Hamburg (DE)**

(72) Erfinder:  
• **Heilmann, Andreas**  
**04451 Borsdorf (DE)**  
• **Müller, Heiko**  
**04451 Borsdorf (DE)**  
• **Marschner, Kai**  
**06116 Halle (DE)**  
• **Grimm, Bert-Olaf**  
**04277 Leipzig (DE)**

(74) Vertreter: **Hecht, Jan-David et al**  
**Ranstädter Steinweg 28**  
**04109 Leipzig (DE)**

(56) Entgegenhaltungen:  
**EP-B1- 1 196 247 CH-A- 180 152**  
**DE-A1- 2 707 145 DE-A1- 2 816 449**  
**DE-A1- 4 320 537 DE-C1- 19 932 721**  
**DE-T2- 69 310 996 JP-A- H05 228 400**  
**JP-U- 56 017 956 US-A1- 2006 210 418**  
**US-A1- 2007 160 486 US-B2- 6 993 932**

- **Air Conditioning and Refrigeration Journal,**  
**" Design and Application of Small Screw**  
**Compressors - Part 2", Hermann Renz; Juli -**  
**September 2000**
- **Product catalogue from Mitsubishi Electric,**  
**"Refrigerant Compressors Scroll/Rotary", Juli**  
**2006**
- **Imre Sallay et al: Journal of Hematotherapy &**  
**Stem Cell Research, Bd. 9, S. 877-883 (2000)**
- **Bitzer Letter, "Kälte-Klima-Aktuell (KKA)"**
- **Broshüre Danfoss Hubkolbenverdichter**

**EP 2 335 830 B2**

## Beschreibung

**[0001]** Die vorliegende Erfindung betrifft eine Laborzentrifuge nach dem Oberbegriff von Anspruch 1.

**[0002]** Solche Laborzentrifugen werden in biologischen, chemischen und medizinischen Labors zur Entmischung von verschiedenen Bestandteilen in einer Flüssigkeit bzw. zur Abtrennung von Feststoffen aus einer Flüssigkeit eingesetzt. Hierzu wird die sich bei unterschiedlichen Massen unterschiedlich auswirkende Zentrifugalkraft genutzt.

**[0003]** In derzeit gebräuchlichen Laborzentrifugen werden üblicherweise Rotationsgeschwindigkeiten von bis zu 16.000 Umdrehungen pro Minute erzeugt, wodurch Kräfte von bis zu ca.  $21 \times 9,81 \text{ m/s}^2$  erreicht werden. Es zeigt sich jedoch, dass sich in derartigen Zentrifugen keine vollständige bzw. keine zufrieden stellende Entmischung der Probenflüssigkeit erreichen lässt. Derzeit werden Zentrifugen geplant, in denen die Entmischung durch höhere Rotationsgeschwindigkeiten von bis zu 25.000 Umdrehungen pro Minute, verbessert werden soll.

**[0004]** Damit ist allerdings eine stark ansteigende Erwärmung verbunden, da zum einen der Motor des Rotors der Zentrifuge Wärme abgibt. Diese Wärme kann durch thermische Isolierungen von den in der Zentrifuge behandelten Proben weitgehend ferngehalten werden. Allerdings entsteht Wärme zum anderen auch dadurch, dass eine schnelle Rotation unter Einwirkung eines Luftwiderstandes erfolgt. Die dadurch bedingte Probenerwärmung kann nicht ohne weiteres verhindert werden, da bei Laborzentrifugen schon aus Kostengründen eine Rotation im Vakuum nicht möglich ist.

**[0005]** Die so erzeugte Wärme bewirkt ohne entsprechende Gegenmaßnahmen eine starke Aufheizung der zentrifugierten Proben, was ohne weiteres zu deren Zerstörung bzw. Unbrauchbarkeit führen kann. Üblicherweise müssen die Proben auf definierten Temperaturen gehalten werden, beispielsweise je nach Anwendung auf Temperaturen von  $4^\circ\text{C}$ ,  $22^\circ\text{C}$  oder  $37^\circ\text{C}$ .

**[0006]** Um ein Ansteigen der Probentemperatur über diese Werte zu verhindern, werden üblicherweise passive oder aktive Kühleinrichtungen in der Laborzentrifuge vorgesehen, wobei für die aktive Kühlung gewöhnlich Kompressoren, nämlich Hubkolben-Kompressoren, eingesetzt werden. Derartige Kühleinrichtungen für Laborzentrifugen sind aus EP 1 196 247 B1, DE 28 16 449 A1, JP 56 017956 U bekannt.

**[0007]** Aus der JPH 05228400 A ist eine Zentrifuge mit Rotationskompressor bekannt.

**[0008]** Die Aufgabe der vorliegenden Erfindung besteht nun darin, Laborzentrifugen bereit zu stellen, die eine bessere Entmischung, also eine höhere Entmischungsrate der zentrifugierten Proben, ermöglichen.

**[0009]** Diese Aufgabe wird gelöst mit einer Laborzentrifuge nach Anspruch 1. Vorteilhafte Weiterbildungen dieser Laborzentrifuge sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

**[0010]** Die Erfinder haben überraschenderweise erkannt, dass sich die Entmischungsraten der zentrifugierten Proben dadurch erhöhen lassen, dass Rotationskompressoren für die aktive Kühlung innerhalb der Laborzentrifuge eingesetzt werden.

**[0011]** Diese Erkenntnis beruht auf der Tatsache, dass nicht die Zentrifugenleistung entscheidend ist für die Entmischungsrate, sondern die durch die Laborzentrifuge bewirkte Rückmischungsrate.

**[0012]** Bisher werden bei Laborzentrifugen aufgrund ihrer im Vergleich zur Leistung relativ geringen Bauform ausschließlich Hubkolbenverdichter in dem Zentrifugenkompressor eingesetzt. Bei solchen Hubkolbenverdichtern erfolgt eine rein lineare Bewegung des Verdichterkörpers in dem Verdichterraum. Kompressoren die nach einem derartigem Verdichtungsprinzip arbeiten, werden deshalb auch Linearkompressoren genannt. Linearkompressoren weisen im Bewegungsablauf des Verdichters Totpunkte auf, die beim An- und Abfahren des Kompressors zu einem starken Schwingen des Kompressors führen. Diese Schwingungen können vom Rotator der Zentrifuge nicht vollständig ferngehalten werden, da in einer Laborzentrifuge der Kompressor mit dem Rotator in einem einheitlichen Gehäuse untergebracht sind.

**[0013]** Die Erfinder haben nun erkannt, dass diese Schwingungen maßgeblich zu den hohen Rückmischraten solcher Laborzentrifugen führen.

**[0014]** Mit den erfindungsgemäß vorgesehenen Rollkolbenkompressoren, also Kompressoren bei denen der Verdichter so aufgebaut ist, dass der Verdichterkörper im Verdichterraum zumindest auch eine Rotationsbewegung ausführt, lassen sich solche Schwingungen wesentlich reduzieren, weil hier immer eine Rotationsbewegung im Inneren des Kompressors vollzogen wird, so dass nicht im selben Umfang wie bei Linearkompressoren zu überwindende Totpunkte entstehen.

**[0015]** Solche Verdichter sind zwar schon aus dem Kühltankschrankbau bekannt, jedoch weisen diese Vorrichtungen völlig andere Spezifikationen auf als Laborzentrifugen. Erstens sind Laborzentrifugen im Vergleich zu Kühltankschränken sehr klein, wodurch alle Bauteile in einem sehr begrenzten Bauraum untergebracht werden müssen: Außerdem weisen Laborzentrifugen mit dem sehr schnell bewegten Rotor ein bewegliches Teil auf, welches trotz dieses begrenzten Bauwerks möglichst unbeeinflusst von anderen Bauteilen betrieben werden können muss. Zweitens müssen Laborzentrifugen ein sehr großes Temperaturspektrum abdecken, wobei weiterhin häufige Temperaturwechsel mit hohen Absenkgeschwindigkeiten realisiert werden müssen.

**[0016]** Außerdem sind erst jetzt Rotationskompressoren erhältlich, die bei gleichen Abmessungen in Bezug auf einen Hubkolbenkompressor mindestens dieselbe Kompressionsleistung ermöglichen, so dass sich bei ihrem Einsatz die Ausmaße der Laborzentrifuge nicht vergrößern.

**[0017]** Vorteilhaft lassen sich mit den angegebenen Rollkolbenkompressoren auch die Anlaufströme senken. Bisher durften bestimmte Laborzentrifugen in manchen Ländern, wie zum Beispiel den USA aufgrund des dort gebräuchlichen Spannungsnetzes mit 110 V Wechselstrom, nicht verkauft werden, da die mit leistungsstarken Hubkolbenverdichtern erzeugten Stromspitzen beim Anlaufen die Stabilität der in diesen Ländern gebräuchlich Stromnetze gefährden würden.

Alternativ mussten bestimmte Steuerungen in den Laborzentrifugen vorgesehen werden, die dafür sorgen, dass der Kompressor nur so angesteuert wird, dass die Anlaufströme gesetzlich geforderte Werte nicht überschreiten. Mit den erfindungsgemäß vorgesehenen Rollkolbenkompressoren kann auf solche Steuerungen verzichtet werden, so dass die Laborzentrifugen einfach aufgebaut und damit robuster und kostengünstiger werden und ihr Verkauf auch in diesen Ländern gestattet ist.

**[0018]** In einer weiteren bevorzugten Ausgestaltung ist der Rollkolbenkompressor ein elektrisch angetriebener Kompressor (Gleich- und/oder Wechselstrom). Solche Kompressoren lassen sich sehr kompakt und drehmomentstark bauen und ihre Regelung ist u.a. über ein geregeltes Schaltnetzteil oder Frequenzumrichter unabhängig von der Netzspannung möglich. Zusätzlich lassen sich mit solchen Kompressoren auch kleinere Leistungsabstufungen einfacher ermöglichen.

**[0019]** Erfindungsgemäß ist vorgesehen, dass mindestens zwei Kompressoren parallel angeordnet sind. So lassen sich die Kompressoren insgesamt kleiner und mit geringerer Leistung ausführen, so dass der in einer Laborzentrifuge verwertbare Bauraum besser genutzt werden kann, wodurch insgesamt das erforderliche Bauvolumen einer solchen Laborzentrifuge absinkt.

**[0020]** Die erfindungsgemäße Laborzentrifuge lässt sich besonders vorteilhaft als Labortischzentrifuge und Mikroli-  
terzentrifuge und dergleichen ausführen, da es besonders bei diesen Zentrifugenarten auf eine sehr kompakte Bauform ankommt.

**[0021]** Besonders vorteilhaft ist es, wenn die Laborzentrifuge eine Rückmischungsrate kleiner gleich 20 %, bevorzugt kleiner gleich 17 %, insbesondere kleiner gleich 14 % aufweist. Dann ist die Entmischungsrate besonders hoch.

**[0022]** Die Kennzeichen und weiteren Vorteile der vorliegenden Erfindung werden nun anhand eines bevorzugten Ausführungsbeispiels beschrieben. Dabei zeigen:

Fig. 1 eine nicht beanspruchte Laborzentrifuge und

Fig. 2 eine Laborzentrifuge des Standes der Technik.

**[0023]** In Fig. 1 ist rein schematisch die eine nicht beanspruchte Laborzentrifuge 1 dargestellt. Diese Laborzentrifuge 1 weist ein Gehäuse 2 und einen Zentrifugendeckel 3 auf. Der Zentrifugendeckel 3 ist ausgebildet, einen Zentrifugenbehälter 4 zu verschließen, in dem ein Rotor 5 angeordnet ist. Der Rotor 5 ist durch einen Motor (nicht gezeigt) antreibbar, wodurch an dem Rotor 5 angeordnete Proben (nicht gezeigt) zentrifugiert werden können, um sie zu entmischen.

**[0024]** Zur Kühlung der Proben weist die Laborzentrifuge 1 eine aktive Kühleinrichtung auf, die einen Kompressor 6 umfasst. Der Kompressor 6 ist als Rotationskompressor ausgebildet und weist einen Rollkolbenverdichter auf. Im Bereich des Kompressors 6 ist die Oberseite des Gehäuses 2 nicht dargestellt.

**[0025]** Dieser Kompressor 6 ist sehr kompakt und drehmomentstark und seine Regelung ist über ein geregeltes Schaltnetzteil unabhängig von der Netzspannung möglich. Mit Hilfe dieses Kompressors 6 lassen sich auch kleinere Leistungsabstufungen der Kühlleistung einfach ermöglichen.

**[0026]** In Figur 2 ist rein schematisch eine Laborzentrifuge 10 dargestellt, wie sie Stand der Technik ist. Diese Laborzentrifuge 10 unterscheidet sich von der Laborzentrifuge 1 dahingehend, dass als Kompressor 11 ein Kompressor 11 mit Hubkolbenverdichter eingesetzt wird. Alle anderen Teile sind daher mit den selben Bezugszeichen wie bei der Laborzentrifuge 1 versehen.

**[0027]** Aus dem Vergleich der Laborzentrifuge 1 mit der bekannten Laborzentrifuge wird deutlich, dass mit modernen Rotationskompressoren 6 bei gleicher Leistung weniger Bauraum im Gehäuse 2 benötigt wird. Auf diese Weise kann entweder das Gehäuse 2 kleiner ausgeführt werden, oder die Kühlleistung kann durch parallelen Einbau mehrerer Kompressoren 6 erhöht werden.

**[0028]** Im Folgenden wird nun eine Vergleichsuntersuchung der Rückmischraten der Laborzentrifuge 1 im Vergleich zu der gewöhnlichen Laborzentrifuge 10 mit einem Hubkolbenverdichter beschrieben. Zum Einsatz kam eine Laborzentrifuge 1 mit dem Rollkolbenverdichter XB357 der Firma Mitsubishi und als Rotor 5 wurde der Rotor F-45-24-11 der Firma Eppendorf eingesetzt. Für die Vergleichsuntersuchung wurde als Laborzentrifuge 10 die Zentrifuge 5415 R der Firma Eppendorf (Baumuster SN 5426 0023218) eingesetzt, die einen Hubkolbenverdichter PL50 der Firma Danfoss aufwies und wobei als Rotor 5 der gleiche Rotor F-45-24-11 verwendet wurde. Zum Pipettieren kam zum einen die Pipette Eppendorf Reference 500 - 2500 µl (Baumuster SN 475116) und zum anderen die Pipette Eppendorf Research pro 5 - 100 µl (Baumuster SN 022760) zum Einsatz. Außerdem wurde ein Eppendorf Biophotometer (Baumuster SN 6131 00197) eingesetzt.

**[0029]** Die Proben wurden in 2,0 ml Safe-Lock-Gefäßen (Baumuster U123342P 2243) angeordnet und für die Herstellung der Proben wurden eine 10 mM Tris-Lösung sowie eine Salzkonzentrat-Farblösung mit einer Dichte von 1,2 g/ml verwendet. Dabei wurden jeweils in ein 2,0 ml Safe-Lock-Gefäß mit der Pipette Eppendorf Reference 1450 µl Tris-

## EP 2 335 830 B2

Lösung pipettiert. Mit der Pipette Eppendorf Research pro wurden dann 50 µl der Salzkonzentrat-Farblösung unterschichtet, wobei die Pipette auf die niedrigste Aspirations- und Dilutionsstufe eingestellt war.

**[0030]** Auf diese Weise wurden für die Laborzentrifuge 1 und die Laborzentrifuge 10 jeweils vier Proben erzeugt, die dann bei 13.200 Umdrehungen pro Minute und 4 °C für 5 Minuten zentrifugiert wurden.

**[0031]** Zur positiven Kontrolle wurden zusätzlich vier 2,0 ml Safe-Lock-Gefäße in gleicher Weise gefüllt und sofort kräftig durchmischt. Zur Negativkontrolle wurden weitere vier 2,0 ml Safe-Lock-Gefäße in gleicher Weise befüllt, wobei diese Proben allerdings nicht zentrifugiert oder durchmischt wurden, sondern für 5 Minuten bei Raumtemperatur inkubiert wurden.

**[0032]** Nach Ablauf der fünfminütigen Zentrifugation bzw. der Diffusion in den Gefäßen zur Positiv- und Negativkontrolle wurden den Gefäßen mit der Pipette Eppendorf Research pro jeweils die unterschichteten 50 µl Salzkonzentrat-Farblösung entnommen. Danach wurden die Gefäße wieder geschlossen und kräftig durchmischt. Die in den Gefäßen enthaltene Flüssigkeit wurde dann jeweils in eine Küvette überführt und fotometrisch bei einer Extinktion von 562 nm vermessen.

Die bei den Gefäßen der Positivkontrolle gewonnenen Werte dienen als Maximalwerte (100 %-Wert) und die bei der Negativkontrolle gewonnenen Werte als Untergrund (Diffusion).

**[0033]** Die Rückmischrate wurde anschließend aus folgender Formel berechnet:

$$\text{Rückmischrate} = (\text{zentrifugierter Wert} - \text{Diffusionswert}) \times 100 / 100 \text{ \%-Wert.}$$

**[0034]** In untenstehender Tabelle sind die gewonnenen Ergebnisse dargestellt, die rechte Spalte zeigt die aus den jeweils vier verwendeten Proben berechneten Mittelwerte. Bezüglich der Diffusion wurde der in Klammern gesetzte Wert nicht verwendet, da er als Ausreißer betrachtet wurde. Aufgrund der bestimmten Mittelwerte wurde für die Laborzentrifuge 1 eine Rückmischrate von 13,44 % ermittelt, während die Rückmischrate der üblichen Laborzentrifuge 10 28,26 % betrug. Mit der Laborzentrifuge 1 konnte also die Rückmischrate um etwa 15 % absolut bzw. sogar um mehr als 55 % relativ gesenkt werden.

Tabelle:

|                      | Laborzentrifuge 1 | Laborzentrifuge 10 | Mittelwerte |
|----------------------|-------------------|--------------------|-------------|
| Diffusion            | (0,179 %)         |                    | 0,064 %     |
|                      | 0,092 %           |                    |             |
|                      | 0,046 %           |                    |             |
|                      | 0,055 %           |                    |             |
| zentrifugierter Wert | 0,145 %           |                    | 0,141 %     |
|                      | 0,121 %           |                    |             |
|                      | 0,138 %           |                    |             |
|                      | 0,161 %           |                    |             |
| zentrifugierter Wert |                   | 0,248              | 0,228 %     |
|                      |                   | 0,244              |             |
|                      |                   | 0,197              |             |
|                      |                   | 0,222              |             |
| 100 %-Wert           | 0,570 %           |                    | 0,573 %     |
|                      | 0,584 %           |                    |             |
|                      | 0,576 %           |                    |             |
|                      | 0,560 %           |                    |             |

**[0035]** Aus der vorliegenden Beschreibung ist deutlich geworden, dass mit der Laborzentrifuge 1 sich wesentlich bessere Entmischungsraten zentrifugierter Proben sicherstellen lassen, da durch die erfindungsgemäße Vorrichtung zumindest eines Rotationskompressors 6 wesentlich weniger Schwingungen in die Laborzentrifuge 1 eingetragen werden, so dass sich wesentlich geringere Rückmischraten ergeben.

## Patentansprüche

1. Laborzentrifuge (1), umfassend einen von einem Zentrifugenmotor angetriebenen Rotor (5) und eine Kühleinrichtung, die einen Kompressor (6) aufweist, wobei der Kompressor ein Rotationskompressor (6) ist, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotationskompressor einen Rollkolbenverdichter aufweist, wobei zumindest zwei Kompressoren parallel angeordnet sind.
2. Laborzentrifuge (1) nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Rotationskompressor ein elektrisch angetriebener, insbesondere gleichspannungs- und/oder wechsellspannungsangetriebener Kompressor (6) ist.
3. Laborzentrifuge (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** es sich um eine Labortischzentrifuge (1), Mikroliterzentrifuge oder dgl. handelt.
4. Laborzentrifuge (1) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Rückmischungsrate kleiner gleich 20 %, bevorzugt kleiner gleich 17 %, insbesondere kleiner gleich 14 % ist.

## Claims

1. A laboratory centrifuge (1) comprising a rotor (5) driven by a centrifuge motor; and a cooling device including a compressor (6), wherein the compressor is a rotary compressor (6), **characterized in that** the rotary compressor includes a rotating piston compressor, wherein at least two compressors are arranged in parallel.
2. The laboratory centrifuge (1) according to claim 1, **characterized in that** the rotary compressor is a compressor (6) that is electrically driven, in particular by direct voltage and/or alternating voltage.
3. The laboratory centrifuge (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** the laboratory centrifuge is a laboratory table centrifuge (1), a micro liter centrifuge or similar.
4. The laboratory centrifuge (1) according to one of the preceding claims, **characterized in that** a remix rate is less than or equal to 20%, preferably less than or equal to 17%, particularly preferably less than or equal to 14%.

## Revendications

1. Centrifugeuse de laboratoire (1) comprenant un rotor (5) entraîné par un moteur de centrifugeuse, et un dispositif de refroidissement qui présente un compresseur (6), ledit compresseur étant un compresseur à rotation (6), **caractérisée en ce que** le compresseur à rotation présente un compresseur rotatif, au moins deux compresseurs étant disposés en parallèle.
2. Centrifugeuse de laboratoire (1) selon la revendication 1, **caractérisée en ce que** le compresseur à rotation est un compresseur (6) entraîné électriquement, en particulier entraîné par une tension de courant continu et/ou par une tension de courant alternatif.
3. Centrifugeuse de laboratoire (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce qu'il** s'agit d'une centrifugeuse de laboratoire (1) de table, d'une centrifugeuse microlitre ou similaire.
4. Centrifugeuse de laboratoire (1) selon l'une quelconque des revendications précédentes, **caractérisée en ce que** le taux de rétromélange est inférieur ou égal à 20 %, de préférence inférieur ou égal à 17 %, en particulier inférieur ou égal à 14 %.

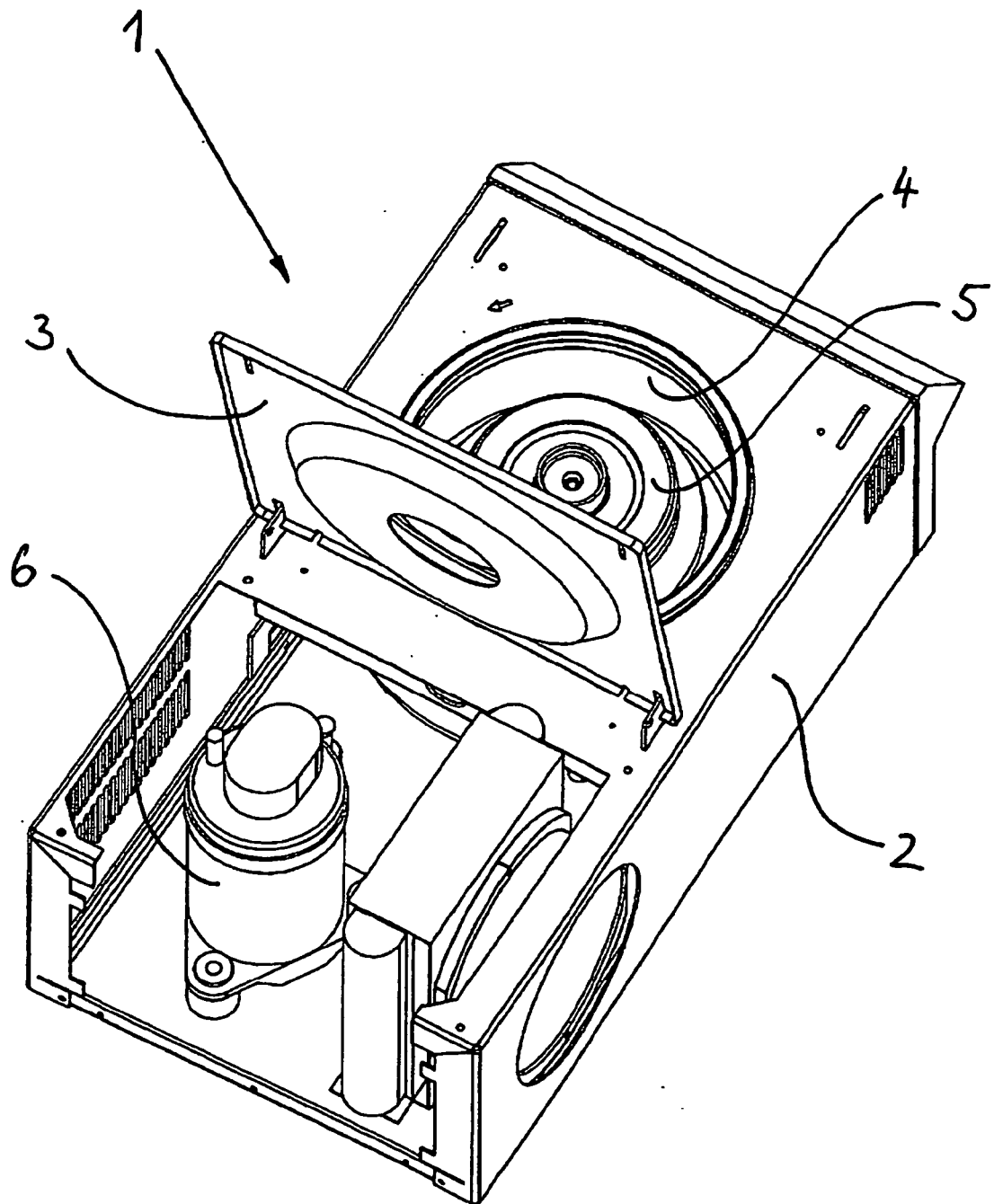


Fig. 1

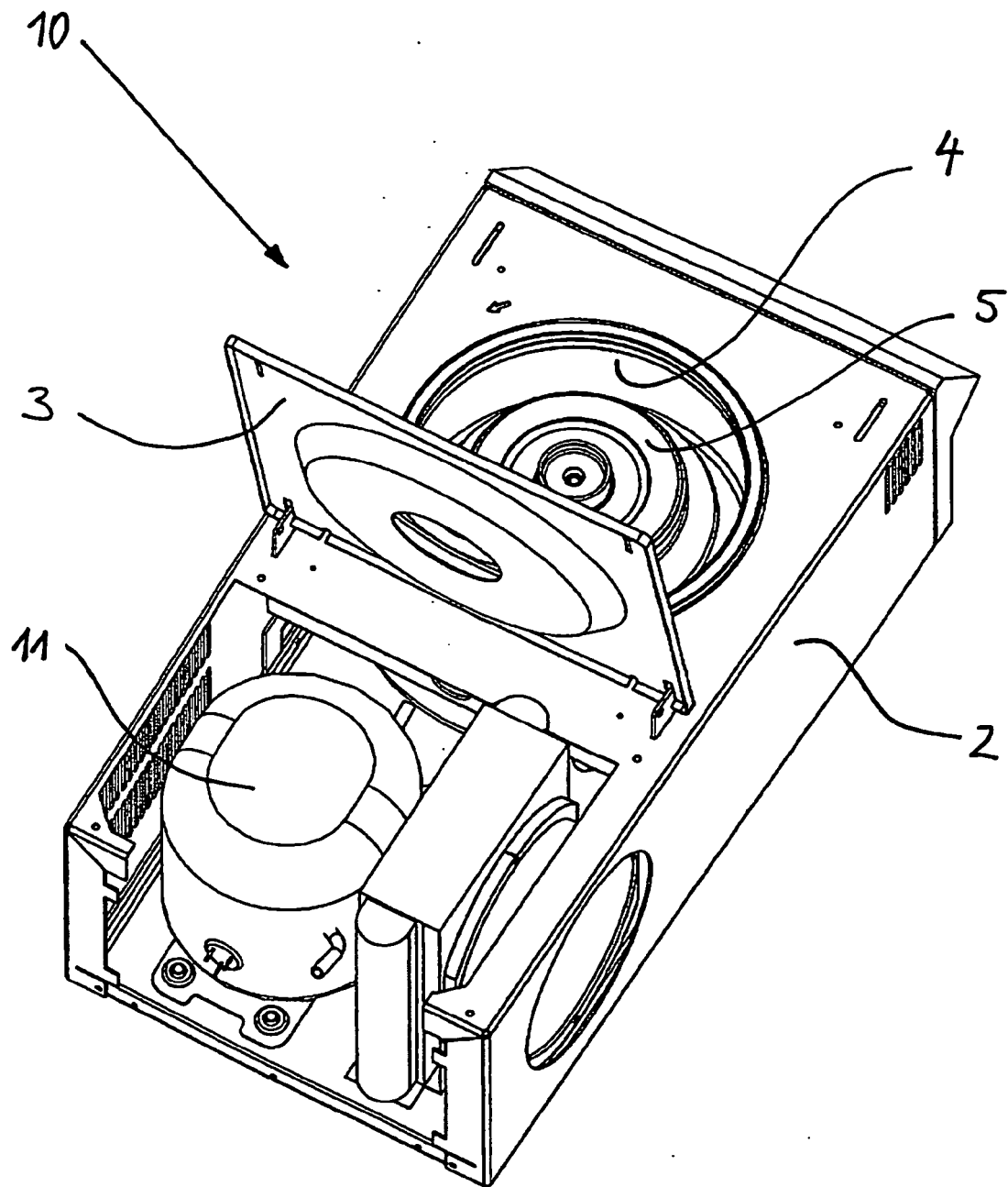


Fig. 2

**IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente**

- EP 1196247 B1 [0006]
- DE 2816449 A1 [0006]
- JP 56017956 U [0006]
- JP H05228400 A [0007]