

(12) NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES
PATENTWESENS (PCT) VERÖFFENTLICHTE INTERNATIONALE ANMELDUNG

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro

(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
01. Februar 2024 (01.02.2024)



(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2024/022980 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:
F25B 23/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/EP2023/070326

(22) Internationales Anmeldedatum:
21. Juli 2023 (21.07.2023)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2022 207 886.1
29. Juli 2022 (29.07.2022) DE

(71) Anmelder: **VITESCO TECHNOLOGIES GMBH**
[DE/DE]; Siemensstraße 12, 93055 Regensburg (DE).

(72) **Erfinder:** **SANDOR, Ivo**; c/o Vitesco Technologies GmbH, Landsberger Straße 187 - Haus D, 80687 München (DE). **STROBEL, Henry**; c/o Vitesco Technologies GmbH, Landsberger Straße 187 - Haus D, 80687 München (DE). **BRETTNER, Sebastian**; c/o Vitesco Technologies GmbH, Landsberger Straße 187 - Haus D, 80687 München (DE). **SLAVIC, Sasa**; c/o Vitesco Technologies GmbH, Landsberger Straße 187 - Haus D, 80687 München (DE). **VONGHER, Sara**; c/o Vitesco Technologies GmbH, Landsberger Straße 187 - Haus D, 80687 München (DE).

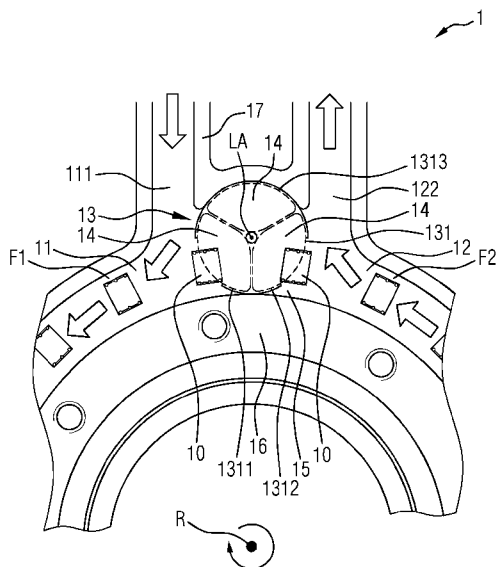
(74) **Anwalt: VITESCO TECHNOLOGIES**; Landsberger Straße 187 - Haus D, 80687 München (DE).

(81) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CV, CZ, DE, DJ,

(54) **Title:** ELASTOCALORIC MACHINE, AND CORRESPONDING METHOD FOR OPERATING SUCH AN ELASTOCALORIC MACHINE

(54) **Bezeichnung:** ELASTOKALORISCHE MASCHINE UND ENTSPRECHENDES VERFAHREN ZUM BETREIBEN EINER SOLCHEN ELASTOKALORISCHEN MASCHINE

FIG 2



(57) **Abstract:** The invention relates to an elastocaloric machine (1) for exchanging thermal energy with a fluid (F1; F2), said machine comprising: a first channel (11) which is designed to conduct a first fluid (F1) in order to absorb thermal energy through the first fluid (F1) conducted in the first channel (11); a second channel (12) which is designed to conduct a second fluid (F2) in order to release thermal energy through the second fluid (F2) conducted in the second channel (12); a sluice device (13) which is designed to couple the first channel (11) and the second channel (12) to one another in such a way that the first channel (11) and the second channel (12) can be connected to one another or separated from one another in a sluice-like manner; and at least one elastocaloric element (10) which is designed to assume a first state in which the elastocaloric element (10) releases thermal energy to the first fluid (F1) due to

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]



DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IQ, IR, IS, IT, JM, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MU, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, WS, ZA, ZM, ZW.

- (84) **Bestimmungsstaaten** (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare regionale Schutzrechtsart): ARIPO (BW, CV, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SC, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), europäisches (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, ME, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht (Artikel 21 Absatz 3)

the elastocaloric effect while the elastocaloric element (10) is moved along the first channel (11), and is also designed to assume a second state in which the elastocaloric element (10) absorbs thermal energy from the second fluid (F2) due to the elastocaloric effect while the elastocaloric element (10) is moved along the second channel (12), wherein the elastocaloric element (10), after passing through one channel of the first channel (11; 21) and the second channel (12), is channeled from one channel into the other channel by means of the sluice device (13), wherein the sluice device (13) has a rotation element (131) which is rotatably mounted inside at least one wall portion and bears against the wall portion, wherein the rotation element (131) is designed to at least partially define a sluice chamber (14) into which the elastocaloric element (10) can be introduced so that the sluice chamber (14) is also moved when the rotation element (131) rotates.

(57) **Zusammenfassung:** Die Erfindung betrifft eine elastokalorische Maschine (1) zum Austausch von Wärmeenergie mit einem Fluid (F1; F2), welche aufweist: einen ersten Kanal (11), der eingerichtet ist, ein erstes Fluid (F1) zu führen, um Wärmeenergie durch das in dem ersten Kanal (11) geführte erste Fluid (F1) aufzunehmen, einen zweiten Kanal (12), der eingerichtet ist, ein zweites Fluid (F2) zu führen, um Wärmeenergie durch das in dem zweiten Kanal (12) geführte zweite Fluid (F2) abzugeben, eine Schleuseneinrichtung (13), die eingerichtet ist, den ersten Kanal (11) und den zweiten Kanal (12) derart miteinander zu koppeln, dass der erste Kanal (11) und der zweite Kanal (12) schleusenartig miteinander verbunden oder voneinander getrennt werden können, und mindestens ein elastokalorisches Element (10), das eingerichtet ist, einen ersten Zustand einzunehmen, bei dem das elastokalorische Element (10) aufgrund des elastokalorischen Effekts Wärmeenergie an das erste Fluid (F1) abgibt, während das elastokalorische Element (10) entlang des ersten Kanals (11) bewegt wird, und weiter eingerichtet ist, einen zweiten Zustand einzunehmen, bei dem das elastokalorische Element (10) aufgrund des elastokalorischen Effekts Wärmeenergie von dem zweiten Fluid (F2) aufnimmt, während das elastokalorische Element (10) entlang des zweiten Kanals (12) bewegt wird, wobei das elastokalorische Element (10) nach Durchlaufen von einem Kanal aus dem ersten Kanal (11; 21) und dem zweiten Kanal (12) unter Vermittlung der Schleuseneinrichtung (13) von dem einen Kanal in den jeweils anderen Kanal geschleust wird, wobei die Schleuseneinrichtung (13) ein innerhalb von mindestens einem Wandabschnitt drehbar gelagertes, an dem Wandabschnitt anliegendes Rotationselement (131) aufweist, wobei das Rotationselement (131) ausgebildet ist, einen Schleusenraum (14), in welchen das elastokalorische Element (10) eingeschleust werden kann, zumindest teilweise festzulegen, so dass der Schleusenraum (14) bei Drehung des Rotationselements (131) mitbewegt wird.

Beschreibung

Elastokalorische Maschine und entsprechendes Verfahren zum Betreiben einer solchen elastokalorischen Maschine

5

Die Erfindung betrifft eine elastokalorische Maschine zum Austausch von Wärme bzw. von Wärmeenergie mit einem Fluid. Ferner bezieht sich die Erfindung auf ein Verfahren zum Betreiben einer solchen elastokalorischen Maschine.

- 10 Herkömmlicherweise umfassen solche elastokalorische Maschinen mehrere elastokalorische Elemente, deren elastokalorische Materialien zu Bündeln bzw. Drahtbündeln vereint sind. Diese elastokalorischen Elemente verwenden insbesondere elastokalorische Materialien, die auch als sog.
- 15 Formgedächtnislegierungen (FGL) bekannt sind. Bei derartigen pseudoelastischen Legierungen lässt sich durch Eintrag von Wärme durch eine Wärmequelle eine Formänderung induzieren. Entfernt man die Wärmequelle wieder, nimmt die Legierung ihre ursprüngliche Form wieder an. Dieser Effekt ist absolut reversibel. Damit einhergehend wird der umgekehrte Effekt, der sog. elastokalorische Effekt, genutzt. Über eine Formänderung des elastokalorischen Materials wird
- 20 Umwandlungswärme des elastokalorischen Materials mit der Umgebung ausgetauscht, so dass das elastokalorische Material nach Wärmeenergieaustausch mit der Umgebung einen energetisch niedrigeren Zustand als vor dem Wärmeenergieaustausch einnehmen kann.
- 25 Im Speziellen wird das elastokalorische Material einer mechanischen Beanspruchung bzw. Belastung ausgesetzt, so dass es bei diesem zu einer kristallinen Phasenumwandlung kommt und sich dabei erwärmt. Diese entstehende Wärme wird beispielsweise wieder über eine Wärmesenke, beispielsweise in Form eines Fluids, abgeführt, so dass das Material wieder auf die Ausgangstemperatur
- 30 abkühlt. Wird nun die mechanische Beanspruchung entfernt, d.h. es folgt eine Entspannung bzw. Entlastung des Materials, so verringert sich die Ordnung und das Material kühlt sogar auf einen Wert unterhalb der Ausgangstemperatur ab, so dass es nun thermische Energie bzw. Wärmeenergie aus der Umgebung, beispielsweise aus einem umgebenden Fluid, aufnehmen kann. Durch zyklische Be- und
- 35 Entlastung des elastokalorischen Materials kann somit im Sinne einer elastokalorischen Wärmepumpe eine entsprechende Wärmezufuhr und –abfuhr realisiert werden.

Durch geeignete Steuerung der zyklischen Be- und Entlastung bzw. Entspannung verbunden mit entsprechender Steuerung eines Fluidkreislaufs, welcher beispielsweise ein Kühlmittel wie Wasser aufweisen kann, lässt sich somit eine elastokalorische Maschine in Form einer Wärmepumpe bzw. Kältemaschine realisieren.

Fig. 1A und 1B sind beispielhafte Schnittansichten einer aus dem Stand der Technik bekannten elastokalorischen Maschine 1'.

- 10 In dem dargestellten Fall umfasst die elastokalorische Maschine 1' eine Vielzahl von elastokalorischen Elementen 10' (lediglich eines ist in den Figuren 1A und 1B bezeichnet), welche radial bzw. in einem bestimmten Radius um eine Rotationsachse R' angeordnet sind. Die elastokalorische Maschine 1' umfasst weiterhin einen Rotor 16', welcher sich gemeinsam mit der Vielzahl der
- 15 elastokalorischen Elemente 10' um die Rotationsachse R' dreht. Der Rotor 16' und die Vielzahl der elastokalorischen Elemente 10' sind in einem Gehäuse 17' aufgenommen, welches den Rotor 16' im Rahmen einer Wellenführung drehbar über eine mit dem Rotor 16' verbundene Antriebswelle lagert (siehe Fig. 1B). Weiterhin umfasst die elastokalorische Maschine einen ersten Kanal 11', der
- 20 eingerichtet ist, ein erstes Fluid F1' zu führen, und einen zweiten Kanal 12', der eingerichtet ist, ein zweites Fluid F2' zu führen. Der erste Kanal 11' und der zweite Kanal 12' sind zu einem Kreislauf miteinander verbunden, so dass die Vielzahl der elastokalorischen Elemente 10' entlang des ersten Kanals 11' und entlang des zweiten Kanals 12' geführt wird, während die Vielzahl der elastokalorischen
- 25 Elemente 10' um die Rotationsachse R' gedreht wird. Im dargestellten Fall sind der erste Kanal 11' und der zweite Kanal 12' bezüglich des Querschnitts der elastokalorischen Maschine 1' um den Rotor 16' herum in dem Gehäuse 17' gebildet, so dass das erste Fluid F1' und das zweite Fluid F2' die Vielzahl der elastokalorischen Elemente 10' umströmen können. Folglich bildet der Rotor 16' in
- 30 Bezug auf die Rotationsachse R' eine innere Fläche bzw. eine Innenumfangsfläche des ersten Kanals 11' und des zweiten Kanals 12' aus, während das Gehäuse 17' eine äußere Fläche bzw. eine Außenumfangsfläche des ersten Kanals 11' und des zweiten Kanals 12' ausbildet. Der erste Kanal 11' und der zweite Kanal 12' sind im dargestellten Fall in Form von Zylindersegmenten innerhalb des Gehäuses 17' ausgebildet, welche zu dem Kreislauf miteinander verbunden sind. Der Kreislauf ist
- 35 somit quasi in Form eines zylindrischen ringförmigen Kanals um den Rotor 16' ausgebildet.

Weiterhin werden die elastokalorischen Elemente 10', während diese entlang des ersten Kanals 11' bewegt werden, durch Belastung in einen ersten Zustand versetzt, in dem sie Wärmeenergie an das erste Fluid F1' abgeben. Die Belastung kann dabei insbesondere durch Zugbeanspruchung des elastokalorischen Elements hervorgerufen werden. Werden die elastokalorischen Elemente 10' hingegen durch den zweiten Kanal 12' bewegt, werden diese durch Entspannung in einen Zustand versetzt, in dem sie Wärmeenergie von dem zweiten Fluid F2' aufnehmen. Somit wird das erste Fluid F1', welches durch den ersten Kanal 11' strömt, durch die elastokalorischen Elemente 10' erwärmt, während das zweite Fluid F2', welches durch den zweiten Kanal 12' strömt, durch die elastokalorischen Elemente 10' abgekühlt wird.

Weiterhin umfasst die elastokalorische Maschine 1', wie in Fig. 1A dargestellt, für den ersten Kanal 11' und den zweiten Kanal 12' jeweils einen Einlass 111' und 121' sowie jeweils einen Auslass 112' und 122'. Die Einlässe 111', 121' und die Auslässe 112', 122' ermöglichen, dass das in der elastokalorischen Maschine 1' erwärmte erste Fluid F1' und das gekühlte zweite Fluid F2' zu einem jeweiligen Wärmetauscher strömen, um dort Wärmeenergie aufzunehmen oder abzugeben. Dabei können das erste Fluid F1' und das zweite Fluid F2' ein Fluid aus einem gemeinsamen Fluidkreislauf sein, das in einem Teil der elastokalorischen Maschine 1' in Form einer Wärme- bzw. Kältemaschine zirkuliert. Bevorzugt kann das Fluid Wasser oder ein üblicherweise verwendetes Kühlmittel sein.

Auf diese Weise kann die elastokalorische Maschine 1' als Wärme- bzw. Kältemaschine fungieren. Wie in Fig. 1A jedoch weiterhin erkennbar ist, sind der erste Kanal 11' und der zweite Kanal 12' im Bereich zwischen den jeweiligen Ein- und Auslässen über einen Verbindungskanal miteinander verbunden, bedingt durch den Umstand, dass die elastokalorischen Elemente 10' um die Rotationsachse R' gedreht werden. Dadurch tritt eine Vermischung des ersten Fluids F1' und des zweiten Fluids F2' auf, welche im dargestellten Fall vor allem zwischen dem Einlass 111' des ersten Kanals 11' und dem Auslass 122' des zweiten Kanals 12' sowie zwischen dem Einlass 121' des zweiten Kanals 12' und dem Auslass 112' des ersten Kanals 11' vorkommt. Aufgrund der Vermischung des zu erwärmenden Fluids F1' und des zu kühlenden Fluids F2' wird die Effizienz, d.h. die Kühl- oder Heizleistung, der gesamten elastokalorischen Maschine 1' verringert.

Der Erfindung liegt somit die Aufgabe zugrunde, eine gattungsgemäße elastokalorische Maschine zur Verfügung zu stellen, welche eine höhere Effizienz

bietet, insbesondere das Ausmaß der Vermischung des zu erwärmenden Fluids und des zu kühlenden Fluids verringert.

- 5 Diese Aufgabe wird durch die elastokalorische Maschine nach Anspruch 1 oder Anspruch 6 sowie ein Verfahren nach Anspruch 5 oder Anspruch 10 gelöst. Vorteilhafte Ausgestaltungen und Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den abhängigen Ansprüchen.

- 10 Die erfindungsgemäße elastokalorische Maschine zum Austausch von Wärmeenergie mit einem Fluid weist auf:
- einen ersten Kanal, der eingerichtet ist, ein erstes Fluid zu führen, um Wärmeenergie durch das in dem ersten Kanal geführte erste Fluid aufzunehmen, einen zweiten Kanal, der eingerichtet ist, ein zweites Fluid zu führen, um Wärmeenergie durch das in dem zweiten Kanal geführte zweite Fluid abzugeben,
- 15 eine Schleuseneinrichtung, die in einem Verbindungskanal zwischen dem ersten Kanal und dem zweiten Kanal angeordnet ist und eingerichtet ist, den ersten Kanal und den zweiten Kanal derart über den Verbindungskanal miteinander zu koppeln, dass der erste Kanal und der zweite Kanal schleusenartig miteinander verbunden oder voneinander getrennt werden können, und
- 20 mindestens ein elastokalorisches Element, das eingerichtet ist, einen ersten Zustand einzunehmen, bei dem das elastokalorische Element aufgrund des elastokalorischen Effekts Wärmeenergie an das erste Fluid abgibt, während das elastokalorische Element entlang des ersten Kanals bewegt wird, und weiter eingerichtet ist, einen zweiten Zustand einzunehmen, bei dem das elastokalorische
- 25 Element aufgrund des elastokalorischen Effekts Wärmeenergie von dem zweiten Fluid aufnimmt, während das elastokalorische Element entlang des zweiten Kanals bewegt wird, wobei
- das elastokalorische Element nach Durchlaufen von einem Kanal aus dem ersten Kanal und dem zweiten Kanal unter Vermittlung der Schleuseneinrichtung von dem
- 30 einen Kanal in den jeweils anderen Kanal geschleust wird, wobei
- die Schleuseneinrichtung ein innerhalb des Verbindungskanals drehbar gelagertes, an dem Verbindungskanal anliegendes Rotationselement aufweist, wobei das Rotationselement ausgebildet ist, einen Schleusenraum, in welchen das elastokalorische Element eingeschleust werden kann, zumindest teilweise
- 35 festzulegen, so dass der Schleusenraum bei Drehung des Rotationselements mitbewegt wird.

Die Anordnung der Schleuseneinrichtung zwischen dem einen Kanal und dem anderen Kanal bewirkt bevorzugt, dass ein Austausch bzw. eine Vermischung des ersten Fluids und zweiten Fluids zwischen dem einen Kanal und dem anderen Kanal verringert werden kann. Auf diese Weise wird auch das Ausmaß eines Wärmeaustauschs zwischen dem ersten Fluid und dem zweiten Fluid verringert, so dass die Effizienz der elastokalorischen Maschine erhöht werden kann.

Das Rotationselement kann bevorzugt mehrere Schleusenräume ausbilden, welche in Umfangsrichtung des Rotationselements verteilt sind. Das Vorsehen mehrerer Schleusenräume kann Folgendes bewirken:

Zunächst kann ein erstes elastokalorisches Element von dem einen Kanal kommend in einen der Schleusenräume des Rotationselements aufgenommen bzw. eingeschleust werden.

Anschließend kann bevorzugt ein zu dem ersten elastokalorischen Element benachbartes zweites elastokalorisches Element in einen weiteren der Schleusenräume des Rotationselements aufgenommen werden, während das erste elastokalorische Element in dem einen der Schleusenräume aufgenommen ist und mitbewegt wird.

Anschließend kann bevorzugt das erste elastokalorische Element von dem einen der Schleusenräume kommend in den anderen Kanal bewegt werden, während das zweite elastokalorische Element in dem weiteren der Schleusenräume aufgenommen ist und mitbewegt wird.

Abschließend kann das zweite elastokalorische Element von dem weiteren der Schleusenräume kommend ebenfalls in den anderen Kanal bewegt werden.

Somit kann ein Abstand zwischen dem ersten elastokalorischen Element und dem zweiten elastokalorischen Element im Vergleich zu einem Rotationselement mit nur einem Schleusenraum verkürzt werden. Entsprechend kann bei einer elastokalorischen Maschine mit dem Rotationselement mit mehreren Schleusenräumen im Vergleich zu einer elastokalorischen Maschine mit dem Rotationselement mit nur dem einen Schleusenraum eine größere Anzahl der elastokalorischen Elemente auf gleichem Raum vorgesehen werden.

Vorzugsweise ist das Rotationselement so ausgebildet, dass bei dessen Drehung in eine erste Position der Schleusenraum anhand des Verbindungskanals und des Rotationselements so positioniert ist, dass der Schleusenraum eine erste Verbindung nur zu dem einen Kanal aus dem ersten Kanal und dem zweiten Kanal herstellt, so dass das elastokalorische Element von dem einen Kanal in den Schleusenraum bewegt werden kann,

bei dessen Drehung in eine zweite Position der Schleusenraum anhand des Verbindungskanals und des Rotationselements so positioniert ist, dass die erste Verbindung zu dem einen Kanal und eine zweite Verbindung zu dem anderen Kanal getrennt ist, während das elastokalorische Element in dem Schleusenraum aufgenommen ist, und

bei dessen Drehung in eine dritte Position der Schleusenraum anhand des Verbindungskanals und des Rotationselements so positioniert ist, dass der Schleusenraum die zweite Verbindung nur zu dem anderen Kanal herstellt, so dass das elastokalorische Element aus dem Schleusenraum in den anderen Kanal bewegt werden kann.

Die Schleuseneinrichtung kann bevorzugt eingerichtet sein, die erste Verbindung und/oder die zweite Verbindung zyklisch herzustellen bzw. zu trennen.

Der erste Kanal und der zweite Kanal weisen bevorzugt jeweils einen Einlass zum Zuführen des jeweils ersten oder zweiten Fluids und jeweils einen Auslass zum Abführen des jeweils ersten oder zweiten Fluids auf, wobei der Verbindungskanal zwischen dem Einlass des einen Kanals und dem Auslass des anderen Kanals angeordnet ist während ein weiterer Verbindungskanal zwischen dem Einlass des anderen Kanals und dem Auslass des einen Kanals angeordnet ist.

Bevorzugt ist in dem weiteren Verbindungskanal eine weitere Schleuseneinrichtung angeordnet, so dass das elastokalorische Element unter Vermittlung der weiteren Schleuseneinrichtung von dem anderen Kanal zurück in den einen Kanal geschleust werden kann.

Der erste Kanal und der zweite Kanal sind somit bevorzugt jeweils über den jeweiligen Verbindungskanal miteinander verbunden. Auf diese Weise ist ein Kreislauf durch den ersten Kanal, den zweiten Kanal und die jeweiligen Verbindungskanäle gebildet. Entlang dieses Kreislaufes kann die Vielzahl elastokalorischer Elemente geführt bzw. bewegt werden.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer elastokalorischen Maschine zum Austausch von Wärmeenergie mit einem Fluid weist die folgenden Schritte auf: Führen eines ersten Fluids in einem ersten Kanal, um Wärmeenergie durch das in dem ersten Kanal geführte erste Fluid aufzunehmen,

- 5 Führen eines zweiten Fluids in einem zweiten Kanal, um Wärmeenergie durch das in dem zweiten Kanal geführte zweite Fluid abzugeben,
Koppeln des ersten Kanals und des zweiten Kanals mittels einer in einem Verbindungskanal angeordneten Schleuseneinrichtung derart, dass der erste Kanal und der zweite Kanal schleusenartig miteinander verbunden oder voneinander
- 10 getrennt werden können,
Bewegen eines elastokalorischen Elements entlang des ersten Kanals, während das elastokalorische Element einen ersten Zustand einnimmt, bei dem das elastokalorische Element aufgrund des elastokalorischen Effekts Wärmeenergie an das erste Fluid abgibt, und
- 15 Bewegen des elastokalorischen Elements entlang des zweiten Kanals, während das elastokalorische Element einen zweiten Zustand einnimmt, bei dem das elastokalorische Element aufgrund des elastokalorischen Effekts Wärmeenergie von dem zweiten Fluid aufnimmt,
wobei das elastokalorische Element nach Durchlaufen von einem Kanal aus dem
- 20 ersten Kanal und dem zweiten Kanal unter Vermittlung der Schleuseneinrichtung von dem einen Kanal in den jeweils anderen Kanal geschleust wird, indem das elastokalorische Element in einen Schleusenraum eines Rotationselements der Schleuseneinrichtung aufgenommen wird und der Schleusenraum bei Drehung des Rotationselements mitbewegt wird.

25

In Bezug auf das Verfahren ergeben sich die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen elastokalorischen Maschine erläuterten Eigenschaften und Vorteile auf gleiche oder ähnliche Weise, weshalb zur Vermeidung von Wiederholungen auf die vorstehenden Ausführungen im Zusammenhang mit der

30 elastokalorischen Maschine verwiesen wird.

Die erfindungsgemäße elastokalorische Maschine zum Austausch von Wärmeenergie mit einem Fluid weist auf:

- einen ersten Kanal, der eingerichtet ist, ein erstes Fluid zu führen, um
- 35 Wärmeenergie durch das in dem ersten Kanal geführte erste Fluid aufzunehmen,
einen zweiten Kanal, der eingerichtet ist, ein zweites Fluid zu führen, um
Wärmeenergie durch das in dem zweiten Kanal geführte zweite Fluid abzugeben,

eine Schleuseneinrichtung, die eingerichtet ist, den ersten Kanal und den zweiten Kanal derart miteinander zu koppeln, dass der erste Kanal und der zweite Kanal schleusenartig miteinander verbunden oder voneinander getrennt werden können, und

- 5 mindestens ein elastokalorisches Element, das eingerichtet ist, einen ersten Zustand einzunehmen, bei dem das elastokalorische Element aufgrund des elastokalorischen Effekts Wärmeenergie an das erste Fluid abgibt, während das elastokalorische Element entlang des ersten Kanals bewegt wird, und weiter eingerichtet ist, einen zweiten Zustand einzunehmen, bei dem das elastokalorische Element aufgrund des elastokalorischen Effekts Wärmeenergie von dem zweiten Fluid aufnimmt, während das elastokalorische Element entlang des zweiten Kanals bewegt wird, wobei
- 10 das elastokalorische Element nach Durchlaufen von einem Kanal aus dem ersten Kanal und dem zweiten Kanal unter Vermittlung der Schleuseneinrichtung von dem einen Kanal in den jeweils anderen Kanal geschleust wird, wobei
- 15 die Schleuseneinrichtung ein erstes Schleusenelement und ein in Reihe geschaltetes zweites Schleusenelement aufweist, welche eingerichtet sind, im Zusammenspiel das elastokalorische Element von dem einen Kanal in den anderen Kanal jeweils zu schleusen.

20

Das erste Schleusenelement und das zweite Schleusenelement können jeweils in Form des vorstehend beschriebenen Rotationselements ausgebildet sein.

- Das erste Schleusenelement ist bevorzugt ausgebildet, einen ersten
- 25 Schleusenraum festzulegen, in welchem das elastokalorische Element von dem einen Kanal kommend zu dem zweiten Schleusenelement bewegt werden kann, und

- das zweite Schleusenelement ist bevorzugt ausgebildet, einen zweiten Schleusenraum festzulegen, in welchem das elastokalorische Element von dem
- 30 ersten Schleusenraum des ersten Schleusenelements kommend zu dem anderen Kanal bewegt werden kann.

- Bevorzugt sind das erste Schleusenelement und das zweite Schleusenelement in einem den einen und den anderen Kanal verbindenden Verbindungskanal drehbar
- 35 gelagert, wobei

das erste Schleusenelement ausgebildet ist, bei dessen Drehung in eine erste Position den ersten Schleusenraum so zu positionieren, dass das

elastokalorische Element von dem einen Kanal kommend in den ersten Schleusenraum aufgenommen werden kann, und weiter ausgebildet ist,

bei dessen Drehung in eine zweite Position, während das elastokalorische Element in dem ersten Schleusenraum aufgenommen ist, den ersten

5 Schleusenraum so zu positionieren, dass das elastokalorische Element von dem ersten Schleusenraum kommend zu dem zweiten Schleusenelement bewegt werden kann,

das zweite Schleusenelement ausgebildet ist, bei dessen Drehung in eine weitere erste Position den zweiten Schleusenraum so zu positionieren, dass das

10 elastokalorische Element von dem ersten Schleusenelement kommend in den zweiten Schleusenraum aufgenommen werden kann, und weiter ausgebildet ist,

bei dessen Drehung in eine weitere zweite Position, während das elastokalorische Element in dem zweiten Schleusenraum aufgenommen ist, den zweiten Schleusenraum so zu positionieren, dass das elastokalorische Element von
15 dem zweiten Schleusenraum kommend in den anderen Kanal bewegt werden kann.

Bevorzugt kann das von dem ersten Schleusenraum kommende elastokalorische Element in einen Zwischenraum zwischen dem ersten Schleusenelement und dem zweiten Schleusenelement in dem Verbindungskanal bewegt werden und
20 anschließend von dem Zwischenraum in den zweiten Schleusenraum aufgenommen werden.

Bevorzugt ist das erste Schleusenelement ausgebildet, eine erste Verbindung des ersten Schleusenraums nur zu dem einen Kanal zu bilden, so dass das
25 elastokalorische Element von dem einen Kanal kommend in den ersten Schleusenraum bewegt werden kann,

ist das zweite Schleusenelement bevorzugt ausgebildet, eine zweite Verbindung des zweiten Schleusenraums nur zu dem anderen Kanal zu bilden, so dass das elastokalorische Element von dem ersten Schleusenelement kommend in
30 den anderen Kanal bewegt werden kann, und

sind das erste und das zweite Schleusenelement bevorzugt weiter ausgebildet, das elastokalorische Element bei Überführung von dem ersten Schleusenraum zu dem zweiten Schleusenraum von dem einen Kanal und dem anderen Kanal zu isolieren.

35

Das Herstellen einer Verbindung zu nur jeweils einem der beiden Kanäle bzw. das Isolieren des elastokalorischen Elements bei der Überführung von dem ersten Schleusenraum in den zweiten Schleusenraum bewirkt, dass ein Überströmen bzw.

ein Wärmeaustausch zwischen den jeweiligen Fluiden von dem einen Kanal in den anderen Kanal verringert werden kann.

Das erfindungsgemäße Verfahren zum Betreiben einer elastokalorischen Maschine zum Austausch von Wärmeenergie mit einem Fluid weist die folgenden Schritte auf:

5 Führen eines ersten Fluids in einem ersten Kanal, um Wärmeenergie durch das in dem ersten Kanal geführte erste Fluid aufzunehmen,
Führen eines zweiten Fluids in einem zweiten Kanal, um Wärmeenergie durch das in dem zweiten Kanal geführte zweite Fluid abzugeben,

10 Koppeln des ersten Kanals und des zweiten Kanals über eine Schleuseneinrichtung derart, dass der erste Kanal und der zweite Kanal schleusenartig miteinander verbunden oder voneinander getrennt werden können,
Bewegen eines elastokalorischen Elements entlang des ersten Kanals, während das elastokalorische Element einen ersten Zustand einnimmt, bei dem das

15 elastokalorische Element aufgrund des elastokalorischen Effekts Wärmeenergie an das erste Fluid abgibt, und
Bewegen des elastokalorischen Elements entlang des zweiten Kanals, während das elastokalorische Element einen zweiten Zustand einnimmt, bei dem das elastokalorische Element aufgrund des elastokalorischen Effekts Wärmeenergie

20 von dem zweiten Fluid aufnimmt, wobei
das elastokalorische Element nach Durchlaufen von einem Kanal aus dem ersten Kanal und dem zweiten Kanal unter Vermittlung der Schleuseneinrichtung von dem einen Kanal in den jeweils anderen Kanal geschleust wird, wobei
das elastokalorische Element im Zusammenspiel eines ersten Schleusenelements

25 der Schleuseneinrichtung und eines zweiten Schleusenelements der Schleuseneinrichtung von dem einen Kanal in den anderen Kanal geschleust wird.

In Bezug auf das Verfahren ergeben sich die im Zusammenhang mit der erfindungsgemäßen elastokalorischen Maschine erläuterten Eigenschaften und

30 Vorteile auf gleiche oder ähnliche Weise, weshalb zur Vermeidung von Wiederholungen auf die vorstehenden Ausführungen im Zusammenhang mit der elastokalorischen Maschine verwiesen wird.

Im Folgenden werden bevorzugte Ausführungsformen der Erfindung unter

35 Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen erläutert.

Figuren 1A und 1B zeigen Schnittansichten einer aus dem Stand der Technik bekannten elastokalorischen Maschine;

Figur 2 zeigt einen Querschnitt einer erfindungsgemäßen elastokalorischen Maschine gemäß einer ersten Ausführungsform;

5

Figuren 3a bis 3e zeigen einen Schleusenvorgang eines elastokalorischen Elements bei der erfindungsgemäßen elastokalorischen Maschine gemäß der ersten Ausführungsform;

10

Figur 4 zeigt einen Querschnitt einer erfindungsgemäßen elastokalorischen Maschine gemäß einer zweiten Ausführungsform;

15

Figuren 5a bis 5g zeigen einen Schleusenvorgang eines elastokalorischen Elements bei der erfindungsgemäßen elastokalorischen Maschine gemäß der zweiten Ausführungsform;

20

Figur 6 zeigt einen weiteren Querschnitt der elastokalorischen Maschine gemäß der zweiten Ausführungsform.

25

Figur 2 zeigt einen Querschnitt einer erfindungsgemäßen elastokalorischen Maschine 1 gemäß einer ersten Ausführungsform der Erfindung, wobei gleiche oder ähnliche Elemente der erfindungsgemäßen elastokalorischen Maschine 1 in Bezug auf jene der dem Stand der Technik angehörenden und in Fig. 1A und Fig. 1B dargestellten elastokalorischen Maschine 1' mit gleichen oder ähnlichen Bezugszeichen versehen sind. Dabei wird bei der nachfolgenden Beschreibung vorwiegend auf die Unterschiede in Bezug auf die dem Stand der Technik angehörende elastokalorische Maschine 1' näher eingegangen.

30

Im konkret dargestellten Fall weist die elastokalorische Maschine 1 einen ersten Kanal 11, der eingerichtet ist, ein erstes Fluid F1 zu führen, und einen zweiten Kanal 12, der eingerichtet ist, ein zweites Fluid F2 zu führen, auf. In dem ersten Kanal 11 wird Wärmeenergie durch ein durch das darin geführte erste Fluid F1 aufgenommen, während in dem zweiten Kanal 12 Wärmeenergie an das darin geführte zweite Fluid F2 abgegeben wird.

35

Weiterhin weisen der erste Kanal 11 und der zweite Kanal 12 jeweils einen Einlass zum Zuführen des jeweils ersten oder zweiten Fluids F1 bzw. F2 und jeweils einen

Auslass zum Abführen des jeweils ersten oder zweiten Fluids F1 bzw. F2 auf, wobei im konkret dargestellten Fall von Fig. 2 lediglich der Einlass 111 des ersten Kanals 11 und der Auslass 122 des zweiten Kanals 12 gezeigt sind. Die entsprechenden Einlässe und die entsprechenden Auslässe sind gegenläufig ausgerichtet, sodass das erste Fluid F1 in eine erste Fließrichtung fließt, während das zweite Fluid F2 in eine der ersten Fließrichtung entgegengesetzten zweiten Fließrichtung fließt. Im konkret dargestellten Fall wird dies erreicht, indem der Einlass 111 des ersten Kanals 11 auf einer in Fig. 2 gezeigten oberen Seite der elastokalorischen Maschine 1 und der Auslass des ersten Kanals auf einer in Fig. 2 nicht gezeigten unteren Seite der elastokalorischen Maschine 1 angeordnet ist, während der Einlass des zweiten Kanals 12 auf der in Fig. 2 nicht gezeigten unteren Seite der elastokalorischen Maschine 1 und der Auslass 122 des zweiten Kanals 12 auf der in Fig. 2 gezeigten oberen Seite der elastokalorischen Maschine 1 angeordnet ist. Mit anderen Worten fließt das erste Fluid F1 in dem ersten Kanal 11 von oben nach unten, während das zweite Fluid F2 in dem zweiten Kanal 12 von unten nach oben fließt. Die entsprechenden Fließrichtungen der Fluide sind anhand von Pfeilen in Fig. 2 veranschaulicht.

Der erste Kanal 11 und der zweite Kanal 12 sind im konkret dargestellten Fall auf der gezeigten oberen Seite zwischen dem Einlass 111 des ersten Kanals 11 und dem Auslass 122 des zweiten Kanals 12 über einen Verbindungskanal 15 miteinander verbunden. Auf der nicht gezeigten unteren Seite der elastokalorischen Maschine 1 sind der erste Kanal 11 und der zweite Kanal 12 zwischen dem Einlass des zweiten Kanals 12 und dem Auslass des ersten Kanals 11 zudem über einen nicht gezeigten weiteren Verbindungskanal miteinander verbunden. Auf diese Weise ist ein Kreislauf durch den ersten Kanal 11, den zweiten Kanal 12 und die jeweiligen Verbindungskanäle gebildet. Im dargestellten Fall bilden der erste Kanal 11, der zweite Kanal 12 und die jeweiligen Verbindungskanäle einen im Querschnitt kreisförmigen Kreislauf aus.

Entlang dieses Kreislaufes kann eine Vielzahl elastokalorischer Elemente 10 geführt werden. Im konkret dargestellten Fall ist die Vielzahl der elastokalorischen Elemente 10 kreisförmig und zueinander beabstandet um eine Rotationsachse R angeordnet. Zum Betrieb der elastokalorischen Maschine 1 wird die Vielzahl der elastokalorischen Elemente 10 um die Rotationsachse R rotiert. In diesem Ausführungsbeispiel wird die Vielzahl der elastokalorischen Elemente 10 in Richtung des Uhrzeigersinns rotiert. Dabei wird ein jeweiliges elastokalorisches Element 10, während es durch den ersten Kanal 11 bewegt wird, in einen ersten

Zustand versetzt, bei dem das jeweilige elastokalorische Element 10 aufgrund des elastokalorischen Effekts Wärmeenergie an das erste Fluid F1 abgibt. Wird das jeweilige elastokalorische Element 10 hingegen durch den zweiten Kanal 12 bewegt, wird es durch Entspannung bzw. Entlastung in einen zweiten Zustand
5 versetzt, bei dem das jeweilige elastokalorische Element 10 aufgrund des elastokalorischen Effekts Wärmeenergie von dem zweiten Fluid F2 aufnimmt.

Eine Innenfläche bzw. Innumfangsfläche des ersten und zweiten Kanals 11 und 12 sowie der jeweiligen Verbindungskanäle ist durch einen Rotor 16 bzw. dessen
10 Außenumfangsfläche ausgebildet, welcher sich gemeinsam mit der Vielzahl der elastokalorischen Elemente 10 um die Rotationsachse R dreht. Eine Außenfläche bzw. Außenumfangsfläche des ersten und zweiten Kanals sowie der jeweiligen Verbindungskanäle ist hingegen durch ein Gehäuse 17 bzw. dessen
15 Innumfangsfläche ausgebildet, welches den Rotor 17 sowie die Vielzahl der elastokalorischen Elemente 10 umgibt und den Rotor 16 drehbar über eine Wellenführung lagert.

In den jeweiligen Verbindungskanälen 15, welche ein jeweiliges elastokalorisches Element 10 bei einem Übergang von dem ersten Kanal 11 in den zweiten Kanal 12
20 bzw. von dem zweiten Kanal 12 in den ersten Kanal 11 durchläuft, ist jeweils eine Schleuseneinrichtung 13 angeordnet.

In der Figur 2 ist lediglich die im oberen der Verbindungskanäle 15 angeordnete Schleuseneinrichtung 13 gezeigt, wobei in dem nicht gezeigten weiteren
25 Verbindungskanal ebenso eine weitere Schleuseneinrichtung angeordnet ist, welche bevorzugt identisch ausgebildet ist.

Die Schleuseneinrichtung 13 in Fig. 2 ist eingerichtet, das jeweilige elastokalorische Element 10 nach Durchlaufen des ersten Kanals 11 in den zweiten Kanal 12 zu
30 schleusen.

Die Schleuseneinrichtung 13 umfasst ein Rotationselement 131, welches drehbar innerhalb des Verbindungskanals 15 gelagert ist. Auf diese Weise kann das Rotationselement 131 um eine Achse LA gedreht werden. In diesem
35 Ausführungsbeispiel ist das Rotationselement 131 als mehrflügliges Element mit drei Flügeln ausgebildet. Die drei Flügel bilden drei Kammern 1311, 1312 und 1313 aus, wobei jede der Kammern 1311, 1312 und 1313 einen jeweiligen Schleusenraum 14 ausbildet, in welchen ein elastokalorisches Element 10

aufgenommen werden kann. An Endabschnitten der Flügel sind darüber hinaus Führungsabschnitte vorgesehen, welche teilweise an dem Verbindungskanal 15, insbesondere an der Innenumfangsfläche oder der Außenumfangsfläche des Verbindungskanals 15, anliegen und das Rotationselement 131 somit gegenüber dem Verbindungskanal 15 abdichten. Wie in Fig. 2 dargestellt ist, weist jeder Flügel einen quasi T-förmigen Querschnitt auf.

Die Figuren 3a bis 3e zeigen exemplarisch einen Schleusenvorgang eines elastokalorischen Elements 10 bei der erfindungsgemäßen elastokalorischen Maschine 1 gemäß der ersten Ausführungsform.

Figur 3a zeigt einen Ausgangszustand, in welchem das Rotationselement 131 derart gedreht ist, dass ein Führungsabschnitt von einem ersten Flügel des Rotationselements 131 an der Innenumfangsfläche des Verbindungskanals 15 anliegt, während Führungsabschnitte eines zweiten und eines dritten Flügels an der Außenumfangsfläche des Verbindungskanals 15 anliegen. Folglich ist das Rotationselement 131 derart positioniert, dass eine Verbindung zwischen dem ersten Kanal 11 und dem zweiten Kanal 12 über die Flügel des Rotationselements 131 getrennt ist. Somit können sich das erste Fluid F1 und das zweite Fluid F2 nicht miteinander vermischen.

Des Weiteren ist das Rotationselement 131 in eine erste Position gedreht, so dass einer der Schleusenräume 14, welcher durch zwei Flügel festgelegt wird, so positioniert ist, dass der Schleusenraum 14 eine erste Verbindung nur zu dem ersten Kanal 11 herstellt. Wenn sich ein jeweiliges elastokalorisches Element 10 von dem ersten Kanal 11 kommend dem Rotationselement 131 nähert, kann das jeweilige elastokalorische Element 10 somit in den einen Schleusenraum 14 bewegt werden.

In Figur 3b ist ein auf den Ausgangszustand in Fig. 3a folgender Zustand gezeigt, wobei das Rotationselement 131 derart in der Richtung entgegen des Uhrzeigersinns weitergedreht wurde und das jeweilige elastokalorische Element 10 derart weiterbewegt wurde, so dass es nun vollständig in dem einen Schleusenraum 14 aufgenommen ist. Der eine Schleusenraum 14 stellt dabei weiterhin die erste Verbindung nur zu dem ersten Kanal 11 her.

In Figur 3c ist ein auf den Zustand in Fig. 3b folgender Zustand gezeigt, in welchem der Schleusenraum 14, in welchem das jeweilige elastokalorische Element 10

aufgenommen ist, durch weitere Drehung des Rotationselements 131 entgegen des Uhrzeigersinns idealerweise derart in eine zweite Position gedreht ist, dass die erste Verbindung zu dem ersten Kanal 11 und eine zweite Verbindung zu dem zweiten Kanal 12 getrennt ist. Bevorzugt wird dies erreicht, indem der

- 5 Führungsabschnitt des ersten Flügels und der Führungsabschnitt des zweiten Flügels an der Innenumfangsfläche des Verbindungskanals 15 anliegen, während der Führungsabschnitt des dritten Flügels weiterhin an der Außenumfangsfläche des Verbindungskanals 15 anliegt.
- 10 Wie in Fig. 3c erkannt werden kann, besteht aufgrund der konstruktiven Ausgestaltung des Rotationselements 131 ein geringer Spalt zwischen den Führungsabschnitten des ersten und des zweiten Flügels und der Innenumfangsfläche des Verbindungskanals 15. Dieser Spalt ist allerdings so bemessen, dass die Vermischung des ersten Fluids F1 und des zweiten Fluids F2
- 15 weitestgehend verhindert wird.

- Bei weiterer Drehung des Rotationselements 131 in eine dritte Position kann der Schleusenraum 14, wie in Figur 3d gezeigt, derart positioniert werden, dass der Schleusenraum 14, in welchem das jeweilige elastokalorische Element 10
- 20 aufgenommen ist, die zweite Verbindung nur zu dem zweiten Kanal 12 herstellt. Dies wird analog zu Herstellung der ersten Verbindung in Figur 3a erreicht.

- Sobald das jeweilige elastokalorische Element 10, wie in Figur 3e gezeigt, vollständig aus dem Schleusenraum 14 bewegt wurde, ist das Rotationselement
- 25 131 wieder in die erste Position gedreht, wobei ein weiterer der Schleusenräume 14, welcher zwischen dem zweiten Flügel und dem dritten Flügel gebildet ist, so positioniert ist, dass der weitere Schleusenraum 14 die erste Verbindung nur zu dem ersten Kanal 11 herstellt. Dieser Zustand entspricht somit erneut dem Ausgangszustand von Fig. 3a.

- 30
- Figur 4 zeigt einen Querschnitt einer erfindungsgemäßen elastokalorischen Maschine 2 gemäß einer zweiten Ausführungsform. In der nachfolgenden Beschreibung wird daher vorwiegend auf die Unterschiede in Bezug auf die Schleuseneinrichtung 13 der elastokalorischen Maschine 1 gemäß der ersten
- 35 Ausführungsform näher eingegangen. Die elastokalorische Maschine 2 weist insbesondere eine im Vergleich zur ersten Ausführungsform modifizierte Schleuseneinrichtung 23 auf.

In Figur 4 ist, wie zuvor in Figur 2, lediglich ein Ausschnitt der oberen Seite der elastokalorischen Maschine 2 gezeigt, so dass wiederum lediglich der obere Verbindungskanal 25 gezeigt ist, welcher den ersten Kanal 21 und den zweiten Kanal 22 miteinander verbindet. In dem Verbindungskanal 25 ist die modifizierte
5 Schleuseneinrichtung 23 angeordnet. In einem nicht gezeigten weiteren Verbindungskanal an der unteren Seite der elastokalorischen Maschine 2 ist darüber hinaus eine weitere Schleuseneinrichtung angeordnet, welche bevorzugt identisch ausgebildet ist.

- 10 Die Schleuseneinrichtung 23 umfasst ein erstes Schleusenelement 231 und ein in Reihe geschaltetes zweites Schleusenelement 232, wobei das erste Schleusenelement 231 an den ersten Kanal 21 und das zweite Schleusenelement 232 an den zweiten Kanal 22 angrenzt.
- 15 Das erste Schleusenelement 231 und das zweite Schleusenelement 232 sind bevorzugt jeweils in Form eines Rotationselements bzw. eines mehrflügligen Elements, wie es im Zusammenhang mit der ersten Ausführungsform beschrieben wurde, gebildet. Das erste Schleusenelement 231 und das zweite Schleusenelement 232 weisen im konkret dargestellten Fall jeweils vier Flügel auf,
20 wobei an Endabschnitten der Flügel wiederum jeweilige Führungsabschnitte ausgebildet sind, welche teilweise an dem Verbindungskanal 15 anliegen und das jeweilige Schleusenelement gegenüber dem Verbindungskanal 15 abdichten. Darüber hinaus sind in dem Gehäuse 27 der elastokalorischen Maschine 2, welches die Außenfläche bzw. Außenumfangsfläche des Verbindungskanals 25 bildet, zwei
25 Taschen bzw. Rotationsräume ausgebildet. In diese Taschen sind das erste Schleusenelement 231 und das zweite Schleusenelement 232 jeweils derart eingesetzt, dass das erste Schleusenelement 231 um eine erste Achse LA1 und das zweite Schleusenelement 232 um eine zweite Achse LA2 gedreht werden kann.
- 30 Die vier Flügel eines jeweiligen Schleusenelements bilden vier Kammern aus. Jede der Kammern des ersten Schleusenelements 231 bildet einen jeweiligen ersten Schleusenraum 241 aus und jede der Kammern des zweiten Schleusenelements 232 bildet einen jeweiligen zweiten Schleusenraum 242 aus. Die ersten Schleusenräume 241 und die zweiten Schleusenräume 242 sind wiederum
35 eingerichtet, ein jeweiliges elastokalorisches Element 20 aufzunehmen.

Die Figuren 5a bis 5g zeigen exemplarisch einen Schleusenvorgang eines elastokalorischen Elements 20 bei der erfindungsgemäßen elastokalorischen Maschine 2 gemäß der zweiten Ausführungsform.

- 5 Der Schleusenvorgang des elastokalorischen Elements 20 durch die jeweiligen Schleusenelemente erfolgt jeweils analog zum Schleusenvorgang, welcher vorstehend im Zusammenhang mit der elastokalorischen Maschine 1 gemäß der ersten Ausführungsform beschrieben wurde.
- 10 Entsprechend wird das elastokalorische Element 20, wie in der Figuren 5a bis 5c gezeigt, zunächst von dem ersten Kanal 21 kommend in einen der ersten Schleusenräume 241 des ersten Schleusenelements 231 aufgenommen und in einen Zwischenraum in dem Verbindungskanal 25 zwischen dem ersten Schleusenelement 231 und dem zweiten Schleusenelement 232 überführt.
- 15 Anschließend wird das elastokalorische Element 20, wie in den Figuren 5e bis 5g gezeigt, in einen der zweiten Schleusenräume 242 des zweiten Schleusenelements 232 aufgenommen und in den zweiten Kanal 22 überführt.

- Wie in den Figuren 5c bis 5e gezeigt, sind das erste Schleusenelement 231 und das
- 20 zweite Schleusenelement 232 darüber hinaus ausgebildet, das elastokalorische Element 20 bei der Überführung von dem einen der ersten Schleusenräume 241 zu dem einen der zweiten Schleusenräume 242 von dem ersten Kanal 21 und dem zweiten Kanal 22 zu isolieren. Dies wird erreicht, indem jeweilige Führungsabschnitte der jeweiligen Schleusenelemente im Zuge der Überführung
- 25 an der Innenumfangsfläche des Verbindungskanals 25 anliegen, so dass das erste Schleusenelement 231 die Verbindung zum ersten Kanal 21 trennt und das zweite Schleusenelement 232 die Verbindung zum zweiten Kanal 22 trennt.

- Figur 6 zeigt einen weiteren Querschnitt der elastokalorischen Maschine gemäß der
- 30 zweiten Ausführungsform.

- Im konkret dargestellten Fall ist, zusätzlich zur Schleuseneinrichtung 23 in dem Verbindungskanal 25 auf der oberen Seite der elastokalorischen Maschine 2 auch die weitere Schleuseneinrichtung 23, welche in dem weiteren Verbindungskanal 25
- 35 auf der unteren Seite der elastokalorischen Maschine 2 angeordnet ist, gezeigt.

Nachfolgend werden bevorzugte Abmessungen bzw. Abmessungsverhältnisse, welche bei der Auslegung einer elastokalorischen Maschine 2 gemäß der zweiten Ausführungsform vorteilhaft sind, betrachtet.

- 5 In der Figur 6 ist ein gestrichelter Kreis mit einem Durchmesser D1 gezeigt, welcher entlang der Mittelpunkte der Vielzahl der elastokalorischen Elemente 20 verläuft, wobei die Bewegungsrichtung der Vielzahl der elastokalorischen Elemente 20 anhand eines Pfeils angedeutet ist.
- 10 Weiterhin ist für jedes der Schleusenelemente jeweils ein weiterer gestrichelter Kreis mit einem Durchmesser D2 gezeigt, welcher sich an der Lage des Mittelpunkts eines elastokalorischen Elements 20 in einem jeweiligen Schleusenraum des Schleusenelements bemisst. Im konkret dargestellten Fall sind alle Schleusenelemente gleich dimensioniert, so dass D2 für alle
- 15 Schleusenelemente gleich groß ist.

Für das Verhältnis der Durchmesser D1 und D2 gilt:

$$D2/D1=(N+1)/a$$

20

wobei a der Anzahl der elastokalorischen Elemente 20 und N einer natürlichen Zahl entspricht, wobei gilt:

$$N=b-1$$

25

wobei b der Anzahl der Kammern/Schleusenräume eines Schleusenelements entspricht.

- 30 Anhand den Durchmessern D1 und D2 ergibt sich weiterhin das Drehzahlverhältnis zwischen dem Rotor 26/den elastokalorischen Elementen 20 und den Schleusenelementen wie folgt:

$$D2/D1=\omega_1/\omega_2$$

- 35 wobei ω_1 einer Winkelgeschwindigkeit des Rotors/der elastokalorischen Elemente 20 und ω_2 einer Winkelgeschwindigkeit der Schleusenelemente entspricht.

Weiterhin kann ein Winkelbereich w zwischen den Schleusenelementen einer Schleuseneinrichtung wie folgt ermittelt werden:

$$w=360^\circ/a*(0,5+M)$$

5

wobei M einer natürlichen Zahl entspricht, welche bevorzugt innerhalb eines gewissen Zahlenraums frei wählbar ist.

10

Nach unten hin ist der Zahlenraum vorzugsweise dadurch begrenzt, so dass der Winkelbereich w groß genug ist, um die Schleusenelemente so anordnen zu können, dass diese jeweils frei drehbar sind bzw. nicht miteinander kollidieren.

15

Nach oben hin ist der Zahlenraum bevorzugt anhand eines Abstands zwischen dem jeweiligen Einlass bzw. Auslass begrenzt, zwischen welchen die Schleusenelemente der Schleuseneinrichtung angeordnet sind. Entsprechend ist M so zu wählen, dass der Winkelbereich w klein genug ist, um die Schleusenelemente zwischen dem jeweiligen Ein- und Auslass unterbringen zu können.

20

Darüber ist ein Winkel V , welcher einen Winkel des zylindrischen Führungsabschnitts darstellt, bevorzugt auf Grundlage folgender Gleichung zu wählen:

$$V=360^\circ/(2*b)$$

25

Auf diese Weise kann ein entsprechender Winkel so gewählt werden, dass die elastokalorischen Elemente in den Schleusenraum des jeweiligen Schleusenelements bewegbar sind und gleichzeitig ein ausreichend großer Führungsabschnitt zum Abdichten gegeben ist.

30

Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

Patentansprüche

1. Elastokalorische Maschine (1) zum Austausch von Wärmeenergie mit einem Fluid (F1; F2), aufweisend:

5 einen ersten Kanal (11), der eingerichtet ist, ein erstes Fluid (F1) zu führen, um Wärmeenergie durch das in dem ersten Kanal (11) geführte erste Fluid (F1) aufzunehmen,
einen zweiten Kanal (12), der eingerichtet ist, ein zweites Fluid (F2) zu führen, um Wärmeenergie durch das in dem zweiten Kanal (12) geführte zweite Fluid (F2)
10 abzugeben,
eine Schleuseneinrichtung (13), die in einem Verbindungskanal (15) zwischen dem ersten Kanal (11) und dem zweiten Kanal (12) angeordnet ist und eingerichtet ist, den ersten Kanal (11) und den zweiten Kanal (12) derart über den Verbindungskanal (15) miteinander zu koppeln, dass der erste Kanal (11) und der
15 zweite Kanal (12) schleusenartig miteinander verbunden oder voneinander getrennt werden können, und
mindestens ein elastokalorisches Element (10), das eingerichtet ist, einen ersten Zustand einzunehmen, bei dem das elastokalorische Element (10) aufgrund des elastokalorischen Effekts Wärmeenergie an das erste Fluid (F1) abgibt, während
20 das elastokalorische Element (10) entlang des ersten Kanals (11) bewegt wird, und weiter eingerichtet ist, einen zweiten Zustand einzunehmen, bei dem das elastokalorische Element (10) aufgrund des elastokalorischen Effekts Wärmeenergie von dem zweiten Fluid (F2) aufnimmt, während das elastokalorische Element (10) entlang des zweiten Kanals (12) bewegt wird, wobei
25 das elastokalorische Element (10) nach Durchlaufen von einem Kanal aus dem ersten Kanal (11; 21) und dem zweiten Kanal (12) unter Vermittlung der Schleuseneinrichtung (13) von dem einen Kanal in den jeweils anderen Kanal geschleust wird, wobei
die Schleuseneinrichtung (13) ein innerhalb des Verbindungskanals (15) drehbar
30 gelagertes, an dem Verbindungskanal (15) anliegendes Rotationselement (131) aufweist, wobei das Rotationselement (131) ausgebildet ist, einen Schleusenraum (14), in welchen das elastokalorische Element (10) eingeschleust werden kann, zumindest teilweise festzulegen, so dass der Schleusenraum (14) bei Drehung des Rotationselements (131) mitbewegt wird.

35

2. Elastokalorische Maschine (1) nach Anspruch 1, wobei
das Rotationselement (131) so ausgebildet ist, dass bei dessen Drehung in eine erste Position der Schleusenraum (14) anhand des Verbindungskanals (15)

und des Rotationselements (131) so positioniert ist, dass der Schleusenraum (14) eine erste Verbindung nur zu dem einen Kanal aus dem ersten Kanal (11) und dem zweiten Kanal (12) herstellt, so dass das elastokalorische Element (10) von dem einen Kanal in den Schleusenraum (14) bewegt werden kann,

5 bei dessen Drehung in eine zweite Position der Schleusenraum (14) anhand des Verbindungskanals (15) und des Rotationselements (131) so positioniert ist, dass die erste Verbindung zu dem einen Kanal und eine zweite Verbindung zu dem anderen Kanal getrennt ist, während das elastokalorische Element (10) in dem Schleusenraum (14) aufgenommen ist, und

10 bei dessen Drehung in eine dritte Position der Schleusenraum (14) anhand des Verbindungskanals (15) und des Rotationselements (131) so positioniert ist, dass der Schleusenraum (14) die zweite Verbindung nur zu dem anderen Kanal herstellt, so dass das elastokalorische Element (10) aus dem Schleusenraum (14) in den anderen Kanal bewegt werden kann.

15

3. Elastokalorische Maschine nach Anspruch 1 oder 2, wobei der erste Kanal (11) und der zweite Kanal (12) jeweils einen Einlass (111) zum Zuführen des jeweils ersten oder zweiten Fluids (F1; F2) und jeweils einen Auslass (121) zum Abführen des jeweils ersten oder zweiten Fluids (F1; F2) aufweisen,

20

wobei der Verbindungskanal (15) zwischen dem Einlass (111) des einen Kanals und dem Auslass (112) des anderen Kanals angeordnet ist, während ein weiterer Verbindungskanal (15) zwischen dem Einlass des anderen Kanals und dem Auslass des einen Kanals angeordnet ist.

25

4. Elastokalorische Maschine (1) nach Anspruch 3, wobei in dem weiteren Verbindungskanal (15) eine weitere Schleuseneinrichtung (13) angeordnet ist, so dass das elastokalorische Element (10) unter Vermittlung der weiteren Schleuseneinrichtung (13) von dem anderen Kanal zurück in den einen Kanal geschleust werden kann.

30

5. Verfahren zum Betreiben einer elastokalorischen Maschine (1) zum Austausch von Wärmeenergie mit einem Fluid (F1; F2), wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

35

Führen eines ersten Fluids (F1) in einem ersten Kanal (11), um Wärmeenergie durch das in dem ersten Kanal (11) geführte erste Fluid (F1) aufzunehmen, Führen eines zweiten Fluids (F2) in einem zweiten Kanal (12), um Wärmeenergie durch das in dem zweiten Kanal (12) geführte zweite Fluid (F2) abzugeben,

Koppeln des ersten Kanals (11) und des zweiten Kanals (12) mittels einer in einem Verbindungskanal (15) angeordneten Schleuseneinrichtung (13) derart, dass der erste Kanal (11) und der zweite Kanal (12) schleusenartig miteinander verbunden oder voneinander getrennt werden können,

- 5 Bewegen eines elastokalorischen Elements (10) entlang des ersten Kanals (11), während das elastokalorische Element (10) einen ersten Zustand einnimmt, bei dem das elastokalorische Element (10) aufgrund des elastokalorischen Effekts Wärmeenergie an das erste Fluid (F1) abgibt, und
- 10 Bewegen des elastokalorischen Elements (10) entlang des zweiten Kanals (12), während das elastokalorische Element (10) einen zweiten Zustand einnimmt, bei dem das elastokalorische Element (10) aufgrund des elastokalorischen Effekts Wärmeenergie von dem zweiten Fluid (F2) aufnimmt,
- 15 wobei das elastokalorische Element (10) nach Durchlaufen von einem Kanal aus dem ersten Kanal (11) und dem zweiten Kanal (12) unter Vermittlung der Schleuseneinrichtung (13) von dem einen Kanal in den jeweils anderen Kanal geschleust wird, indem das elastokalorische Element (10) in einen Schleusenraum (14) eines Rotationselements (131) der Schleuseneinrichtung (131) aufgenommen wird und der Schleusenraum (14) bei Drehung des Rotationselements (131) mitbewegt wird.

20

6. Elastokalorische Maschine (2) zum Austausch von Wärmeenergie mit einem Fluid (F1; F2), aufweisend:
- 25 einen ersten Kanal (21), der eingerichtet ist, ein erstes Fluid (F1) zu führen, um Wärmeenergie durch das in dem ersten Kanal (21) geführte erste Fluid (F1) aufzunehmen,
- 30 einen zweiten Kanal (22), der eingerichtet ist, ein zweites Fluid (F2) zu führen, um Wärmeenergie durch das in dem zweiten Kanal (22) geführte zweite Fluid (F2) abzugeben,
- 35 eine Schleuseneinrichtung (23), die eingerichtet ist, den ersten Kanal (21) und den zweiten Kanal (22) derart miteinander zu koppeln, dass der erste Kanal (21) und der zweite Kanal (22) schleusenartig miteinander verbunden oder voneinander getrennt werden können, und
- mindestens ein elastokalorisches Element (20), das eingerichtet ist, einen ersten Zustand einzunehmen, bei dem das elastokalorische Element (20) aufgrund des elastokalorischen Effekts Wärmeenergie an das erste Fluid (F1) abgibt, während das elastokalorische Element (20) entlang des ersten Kanals (21) bewegt wird, und weiter eingerichtet ist, einen zweiten Zustand einzunehmen, bei dem das elastokalorische Element (20) aufgrund des elastokalorischen Effekts

Wärmeenergie von dem zweiten Fluid (F2) aufnimmt, während das elastokalorische Element (20) entlang des zweiten Kanals (22) bewegt wird, wobei das elastokalorische Element (20) nach Durchlaufen von einem Kanal aus dem ersten Kanal (21) und dem zweiten Kanal (22) unter Vermittlung der

- 5 Schleuseneinrichtung (23) von dem einen Kanal in den jeweils anderen Kanal geschleust wird, wobei
- die Schleuseneinrichtung (23) ein erstes Schleusenelement (231) und ein in Reihe geschaltetes zweites Schleusenelement (232) aufweist, welche eingerichtet sind, im Zusammenspiel das elastokalorische Element (20) von dem einen Kanal in
- 10 den anderen Kanal jeweils zu schleusen.

7. Elastokalorische Maschine (2) nach Anspruch 6, wobei
- das erste Schleusenelement (231) ausgebildet ist, einen ersten Schleusenraum (241) festzulegen, in welchem das elastokalorische Element (20)
- 15 von dem einen Kanal kommend zu dem zweiten Schleusenelement (232) bewegt werden kann, und

- das zweite Schleusenelement (232) ausgebildet ist, einen zweiten Schleusenraum (241) festzulegen, in welchem das elastokalorische Element (20) von dem ersten Schleusenelement (231) kommend zu dem anderen Kanal (20)
- 20 bewegt werden kann.

8. Elastokalorische Maschine (2) nach Anspruch 7, wobei
- das erste Schleusenelement (231) und das zweite Schleusenelement (232) in einem den einen und den anderen Kanal verbindenden Verbindungskanal (25)
- 25 drehbar gelagert sind, wobei

- das erste Schleusenelement (231) ausgebildet ist, bei dessen Drehung in eine erste Position den ersten Schleusenraum (241) so zu positionieren, dass das elastokalorische Element (20) von dem einen Kanal kommend in den ersten Schleusenraum (241) aufgenommen werden kann, und weiter ausgebildet ist,
- 30 bei dessen Drehung in eine zweite Position, während das elastokalorische Element (20) in dem ersten Schleusenraum (241) aufgenommen ist, den ersten Schleusenraum (241) so zu positionieren, dass das elastokalorische Element (20) von dem ersten Schleusenraum (241) kommend zu dem zweiten Schleusenelement (232) bewegt werden kann,

- 35 das zweite Schleusenelement (232) ausgebildet ist, bei dessen Drehung in eine weitere erste Position den zweiten Schleusenraum (242) so zu positionieren, dass das elastokalorische Element (20) von dem ersten Schleusenelement (231)

kommend in den zweiten Schleusenraum (242) aufgenommen werden kann, und weiter ausgebildet ist,

bei dessen Drehung in eine weitere zweite Position, während das elastokalorische Element (20) in dem zweiten Schleusenraum (242) aufgenommen ist, den zweiten Schleusenraum (232) so zu positionieren, dass das elastokalorische Element (20) von dem zweiten Schleusenraum (242) kommend in den anderen Kanal bewegt werden kann.

9. Elastokalorische Maschine (2) nach Anspruch 8, wobei

das erste Schleusenelement (231) ausgebildet ist, eine erste Verbindung des ersten Schleusenraums (241) nur zu dem einen Kanal zu bilden, so dass das elastokalorische Element (20) von dem einen Kanal kommend in den ersten Schleusenraum (241) bewegt werden kann,

das zweite Schleusenelement (232) ausgebildet ist, eine zweite Verbindung des zweiten Schleusenraums (242) nur zu dem anderen Kanal zu bilden, so dass das elastokalorische Element (20) von dem ersten Schleusenelement (241) kommend in den anderen Kanal bewegt werden kann, und

das erste und das zweite Schleusenelement (231, 232) weiter ausgebildet sind, das elastokalorische Element (20) bei Überführung von dem ersten Schleusenraum (241) zu dem zweiten Schleusenraum (242) von dem einen Kanal und dem anderen Kanal zu isolieren.

10. Verfahren zum Betreiben einer elastokalorischen Maschine (2) zum Austausch von Wärmeenergie mit einem Fluid (F1; F2), wobei das Verfahren die folgenden Schritte aufweist:

Führen eines ersten Fluids (F1) in einem ersten Kanal (21), um Wärmeenergie durch das in dem ersten Kanal (21) geführte erste Fluid (F1) aufzunehmen,

Führen eines zweiten Fluids (F2) in einem zweiten Kanal (12), um Wärmeenergie durch das in dem zweiten Kanal (22) geführte zweite Fluid (F2) abzugeben,

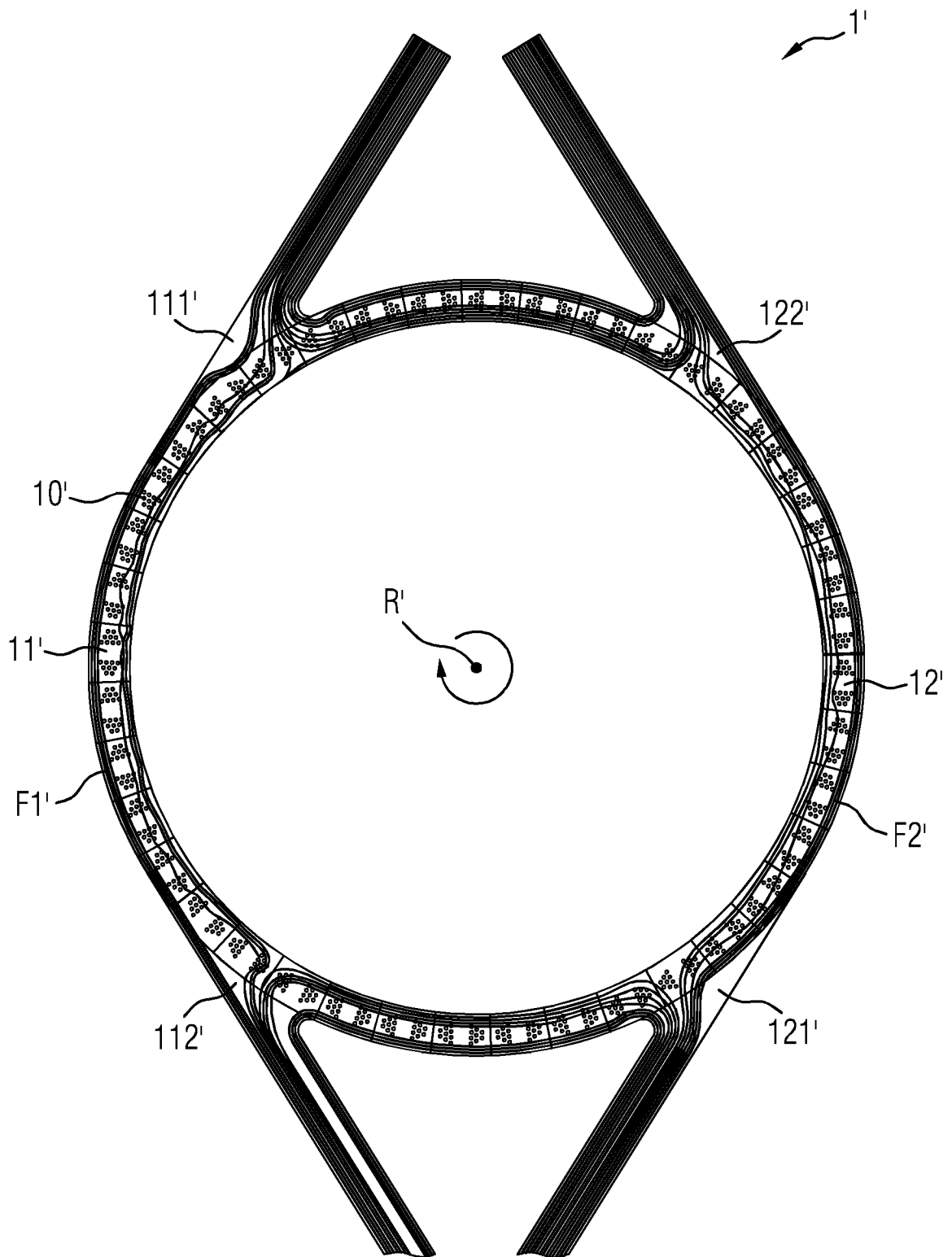
Koppeln des ersten Kanals (21) und des zweiten Kanals (22) über eine Schleuseneinrichtung (23) derart, dass der erste Kanal (11) und der zweite Kanal (12) schleusenartig miteinander verbunden oder voneinander getrennt werden können,

Bewegen eines elastokalorischen Elements (20) entlang des ersten Kanals (21), während das elastokalorische Element (20) einen ersten Zustand einnimmt, bei dem das elastokalorische Element (20) aufgrund des elastokalorischen Effekts Wärmeenergie an das erste Fluid (F1) abgibt, und

Bewegen des elastokalorischen Elements (20) entlang des zweiten Kanals (22), während das elastokalorische Element (20) einen zweiten Zustand einnimmt, bei dem das elastokalorische Element (20) aufgrund des elastokalorischen Effekts Wärmeenergie von dem zweiten Fluid (F2) aufnimmt,

- 5 wobei das elastokalorische Element (20) nach Durchlaufen von einem Kanal aus dem ersten Kanal (21) und dem zweiten Kanal (22) unter Vermittlung der Schleuseneinrichtung (23) von dem einen Kanal in den jeweils anderen Kanal geschleust wird, wobei
- das elastokalorische Element (20) im Zusammenspiel eines ersten
- 10 Schleusenelements (231) der Schleuseneinrichtung (23) und eines in Reihe geschalteten zweiten Schleusenelements (232) der Schleuseneinrichtung (23) von dem einen Kanal in den anderen Kanal geschleust wird.

FIG 1A



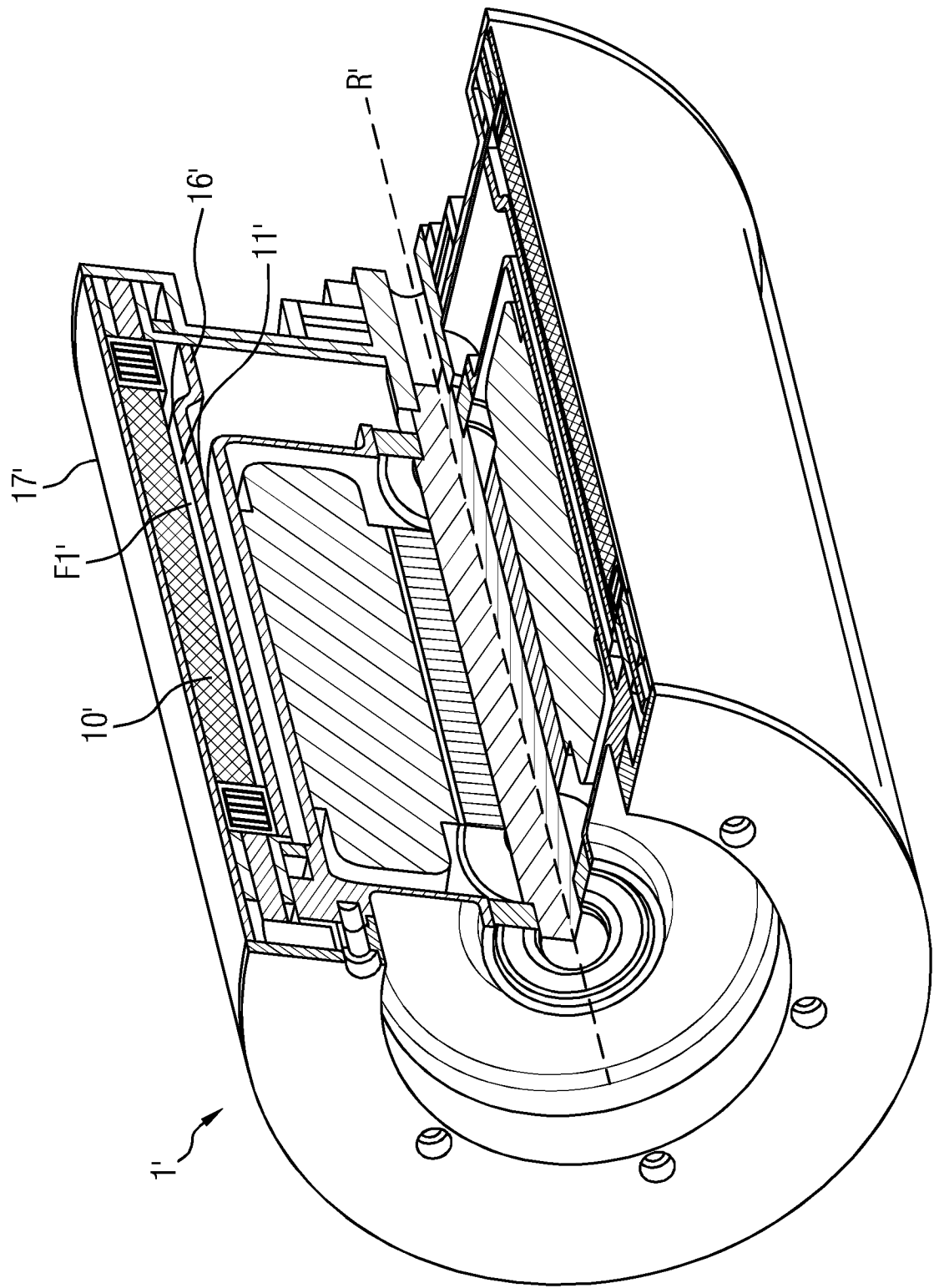


FIG 1B

FIG 2

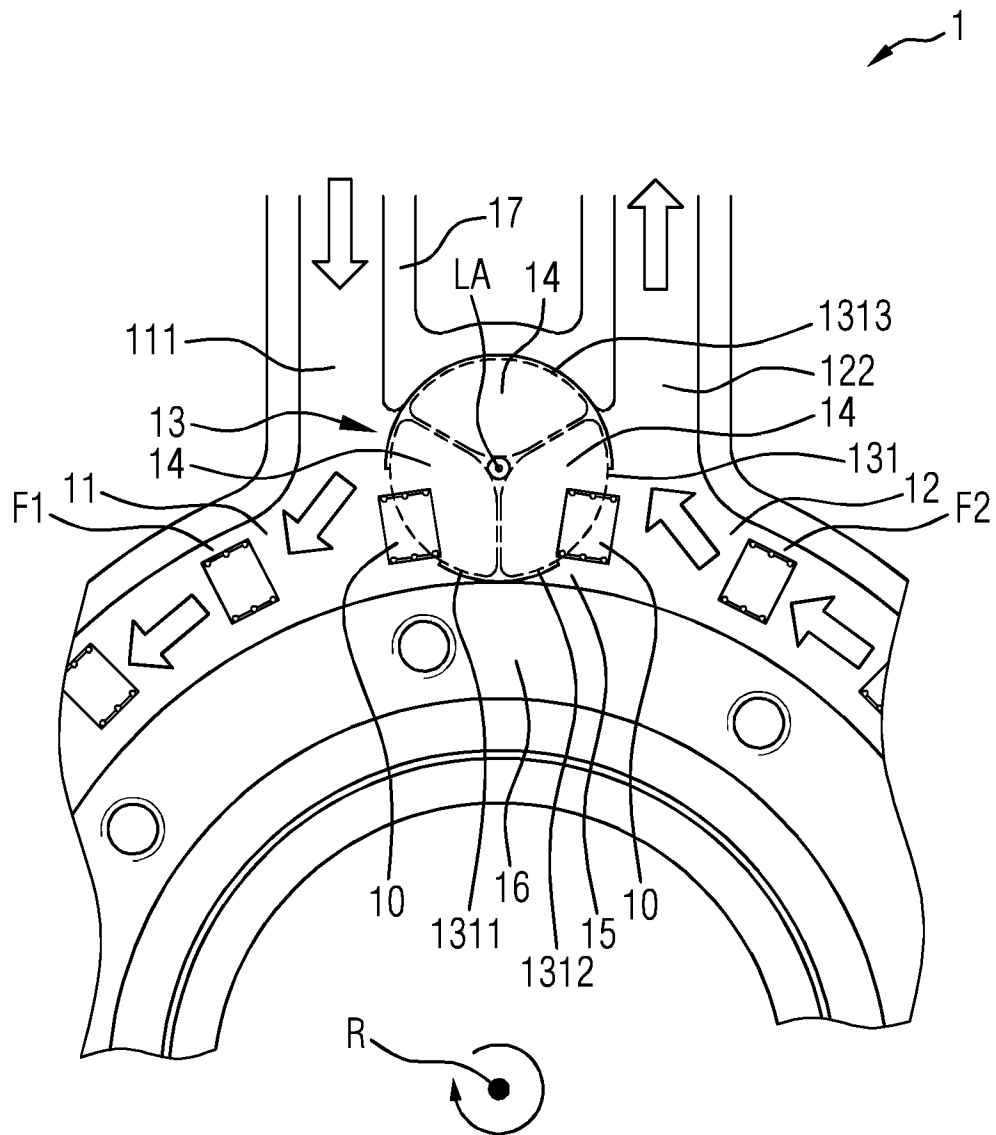


FIG 3

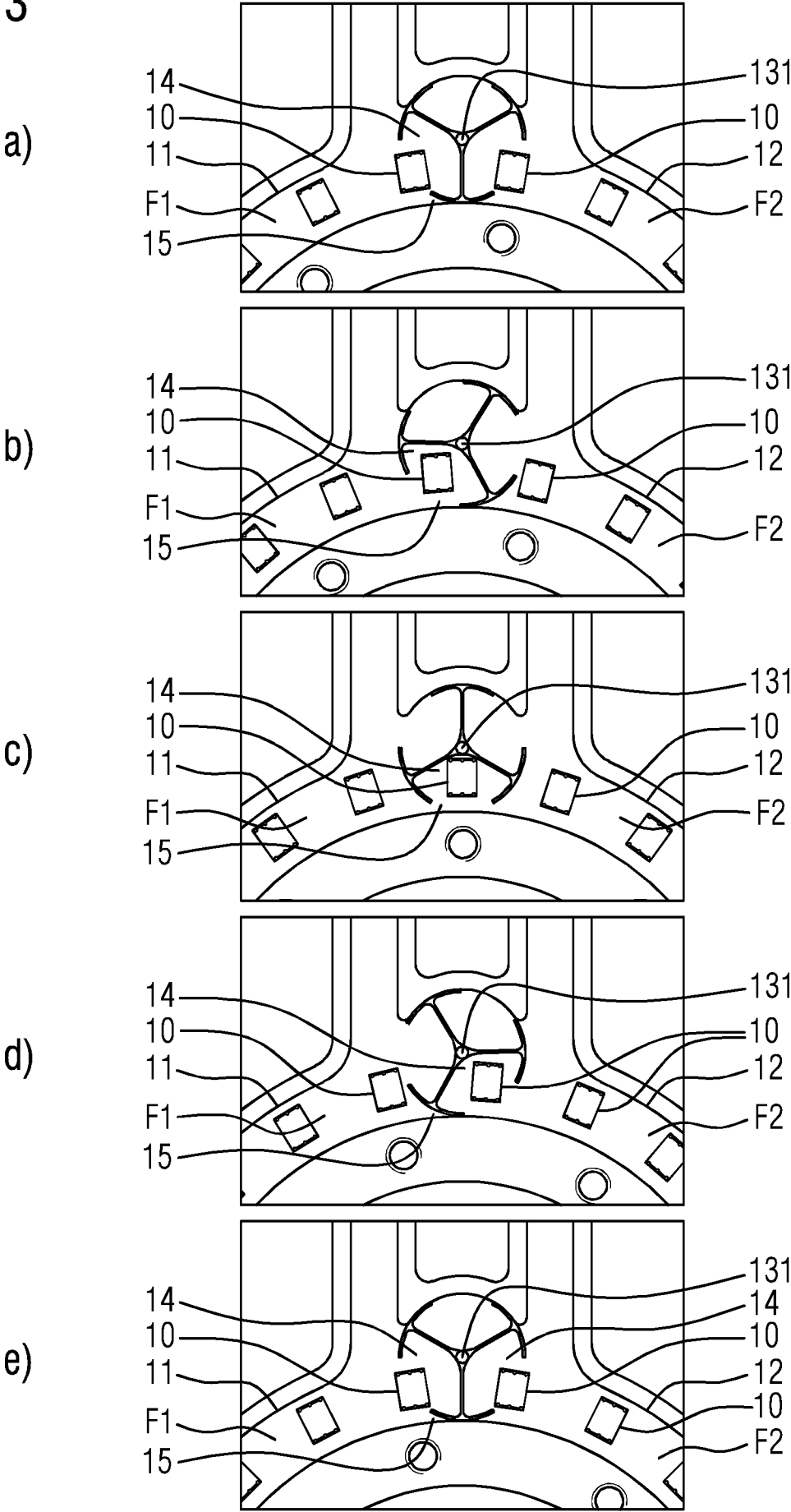


FIG 4

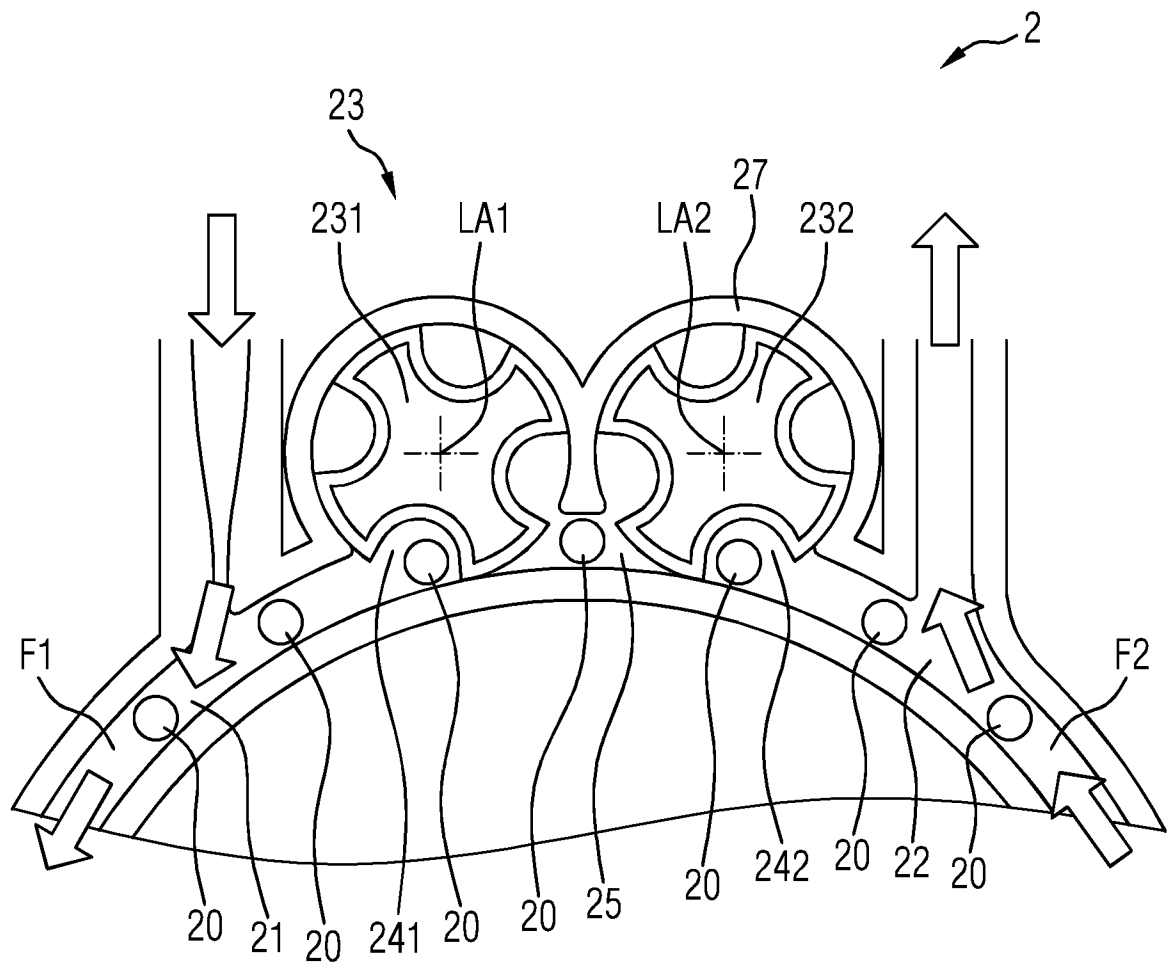


FIG 5

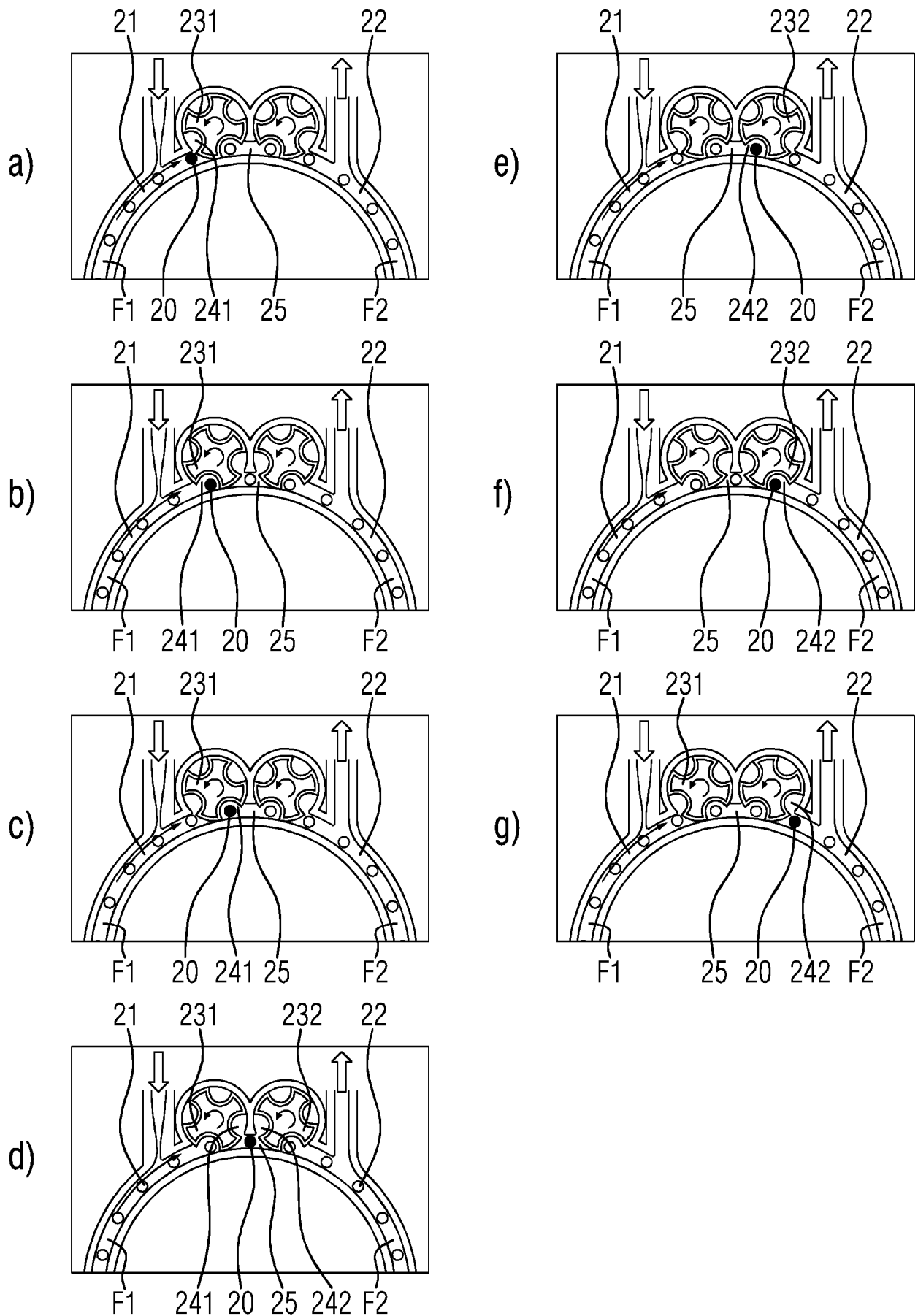
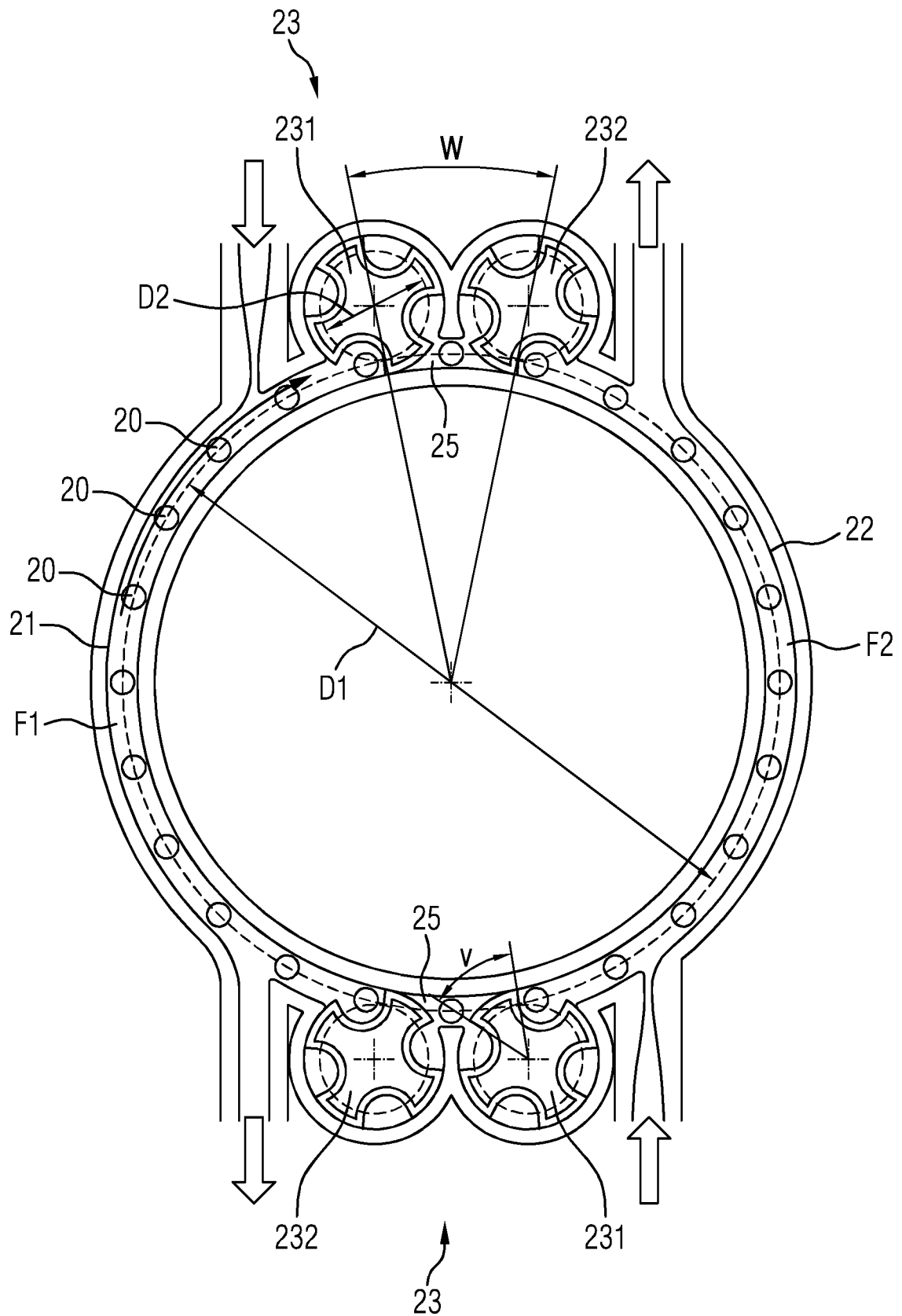


FIG 6



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/EP2023/070326

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**F25B 23/00**(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F25B; F03G

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 10234152 B2 (DAIKIN IND LTD [JP]) 19 March 2019 (2019-03-19) column 42, line 61 - column 44, line 7; figures 48-49	1-10
A	WO 02084185 A1 (UNIV BRISTOL [GB]; QUARINI GUISEPPE LEONARDO [GB]) 24 October 2002 (2002-10-24) pages 6-7; figures 6,7	1-10
A	CN 111678269 A (UNIV YANTAI) 18 September 2020 (2020-09-18) figures 1,2	1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

“A” document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

“E” earlier application or patent but published on or after the international filing date

“L” document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

“O” document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

“P” document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

“T” later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

“X” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

“Y” document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

28 September 2023

Date of mailing of the international search report

09 October 2023

Name and mailing address of the ISA/EP

European Patent Office
p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk
Netherlands

Telephone No. (+31-70)340-2040

Facsimile No. (+31-70)340-3016

Authorized officer

Weisser, Meinrad

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2023/070326

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	10234152	B2	19 March 2019	US	2015362202	A1	17 December 2015
				WO	2014122702	A1	14 August 2014
WO	02084185	A1	24 October 2002	NONE			
CN	111678269	A	18 September 2020	NONE			

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. F25B23/00 ADD.		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE		
Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) F25B F03G		
Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe) EPO-Internal		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 10 234 152 B2 (DAIKIN IND LTD [JP]) 19. März 2019 (2019-03-19) Spalte 42, Zeile 61 – Spalte 44, Zeile 7; Abbildungen 48-49 -----	1-10
A	WO 02/084185 A1 (UNIV BRISTOL [GB]; QUARINI GUISEPPE LEONARDO [GB]) 24. Oktober 2002 (2002-10-24) Seiten 6-7; Abbildungen 6, 7 -----	1-10
A	CN 111 678 269 A (UNIV YANTAI) 18. September 2020 (2020-09-18) Abbildungen 1, 2 -----	1-10
☐ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie		
* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen : "A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist "E" frühere Anmeldung oder Patent, die bzw. das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist "L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt) "O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht "P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist "T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist "X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden "Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist "&" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche		Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
28. September 2023		09/10/2023
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter Weisser, Meinrad

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/EP2023/070326

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung	
US 10234152	B2	19-03-2019	US 2015362202 A1	17-12-2015
			WO 2014122702 A1	14-08-2014

WO 02084185	A1	24-10-2002	KEINE	

CN 111678269	A	18-09-2020	KEINE	
