

(19)



(11)

EP 2 273 093 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
12.01.2011 Patentblatt 2011/02

(51) Int Cl.:
F02G 1/044^(2006.01) F02F 3/28^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **10164742.8**

(22) Anmeldetag: **02.06.2010**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
AL 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
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME RS

(71) Anmelder: **Mona Intellectual Property Establishment**
9490 Vaduz (LI)

(72) Erfinder: **Samarin, Alexander Ivanovich**
Moskau (RU)

(30) Priorität: **11.06.2009 CH 9062009**
21.10.2009 CH 16082009

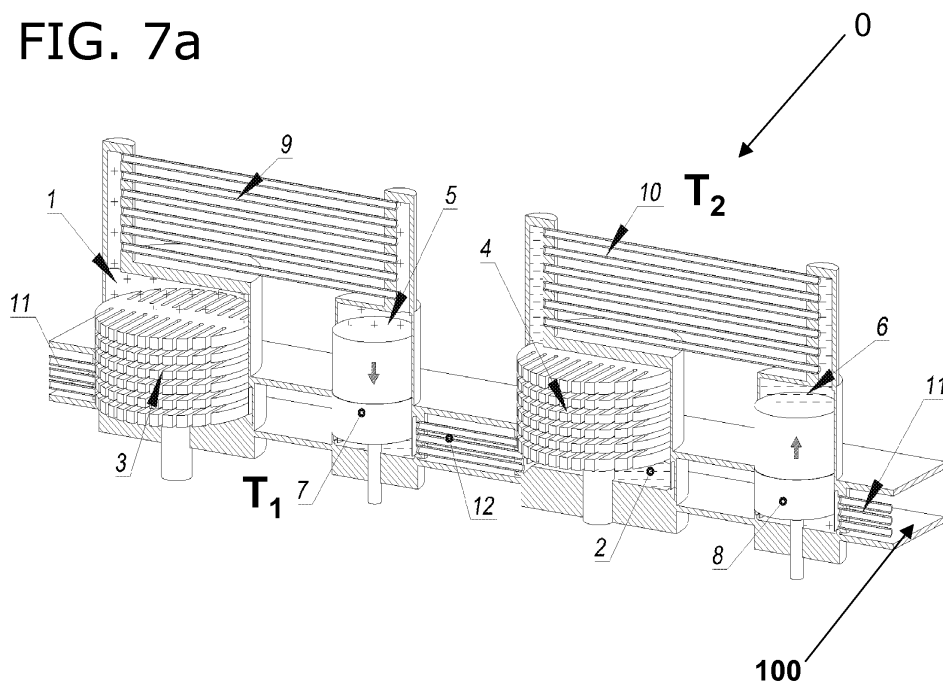
(74) Vertreter: **Schneider Feldmann AG**
Patent- und Markenanwälte
Beethovenstrasse 49
Postfach 2792
8022 Zürich (CH)

(54) **Wärme­kraft­ma­chine**

(57) Es wird eine Wärme­kraft­ma­chine (0) be­schrie­ben, wel­che zwei Paare von Kam­mern, um­fas­send eine erste und zweite Wärme­über­tra­gungs­kam­mer (1, 2) und eine erste und zweite Arbeits­kam­mer (5, 6) auf­weist, wel­che ab­wech­selnd über eine erste und zweite Kühl­vor­rich­tung (11, 12) und einen ersten und zweiten Wärme­tau­scher (9, 10) ver­bun­den sind, so­dass ein ge­mein­sa­mer Ge­sam­ten­nen­raum ge­bil­det wird, in wel­chem sich

ein Arbeits­me­di­um be­fin­det. In­ner­halb der Kam­mern (1, 2, 5, 6) sind lin­ear be­weg­bare erste und zweite Wärme­über­tra­gungs­kol­ben (3, 4) und erste und zweite Arbeits­kol­ben (7, 8) ge­lagert. Die be­son­dere re­la­tive aus­ge­rich­tete An­ord­nung der Kam­mern (1, 2, 5, 6), so­wie die spe­zi­elle Aus­ge­stal­tung der Kol­ben­köpfe der Wärme­über­tra­gungs­kol­ben (3, 4) füh­ren zur Er­reich­bar­keit einer ge­steigerten Effizienz der Wärme­kraft­ma­chine (0).

FIG. 7a



EP 2 273 093 A1

Beschreibung

Technisches Gebiet

5 [0001] Die vorliegende Erfindung beschreibt einen Wärmeübertragungskolben für eine Wärmekraftmaschine mit einem ersten Arbeitskolben, sowie eine Wärmekraftmaschine mit einem angetriebenen Schwungrad oder einer Kurbelwelle mit einem geschlossenen Gesamtinnenraum, welcher mit einem Arbeitsmedium füllbar und druckdicht verschliessbar ist, umfassend mindestens eine erste Arbeitskammer mit einem linear bewegbaren ersten Arbeitskolben, mindestens
10 eine erste Wärmeübertragungskammer mit einem linear bewegbaren ersten Wärmeübertragungskolben, der einen Kolbenkopf und einen Kolbenbolzen aufweist, einen mit der ersten Arbeitskammer und der ersten Wärmeübertragungskammer verbundenen ersten Wärmetauscher, sowie eine erste Kühlvorrichtung, wobei der erste Arbeitskolben und der erste Wärmeübertragungskolben mechanisch miteinander gekoppelt sind.

Stand der Technik

15 [0002] Wärmekraftmaschinen, beispielsweise Stirlingmotoren sind schon seit langem bekannt und bieten eine Möglichkeit thermische Energie in mechanische Arbeit umzusetzen, wobei ein recht hoher Wirkungsgrad und aufgrund der Bauart lange wartungsfreie Betriebszeiten möglich sind.

20 [0003] Obwohl bislang bekannte derartige Wärmekraftmaschinen Vorteile wie die fehlende Beschränkung auf eine bestimmte Wärmequelle aufweisen, werden diese noch nicht in grösserer Masse kommerziell eingesetzt, da der Wirkungsgrad der Wärmekraftmaschinen noch sehr weit von dem Wirkungsgrad von Verbrennungsmotoren entfernt ist.

[0004] Das Dokument EP0850353 offenbart Wärmekraftmaschinen in Form eines Stirlingmotors, wobei das Arbeitsmedium einen Kreisprozess durchläuft, in welchem Wärmeenergie teilweise in mechanische Arbeit umgewandelt wird.

25 [0005] Es ist eine Mehrzahl von Kammern in Zylinderform und Kolben vorgesehen, welche miteinander mechanisch gekoppelt sind, wobei sich die Kolben während des Betriebs im Wesentlichen gegenphasig zueinander bewegen. Durch eine abwechselnde Erhitzung mittels Wärmetauscher und Kühlung eines Arbeitsmediums mittels Kühlvorrichtungen innerhalb der Kammern, sind korrespondierend Kolben linear hin- und herbewegbar. Die lineare Bewegung der Kolben wird eine mechanische Kopplung mittels einer Taumelplatte in eine Rotationsbewegung umgewandelt. Die Taumelplatte treibt eine Antriebswelle an, welche mit einer Last mechanisch verbindbar ist. Zur Steigerung des Wirkungsgrades
30 wurden diverse Massnahmen getroffen, beispielsweise wurde die Abdichtung der Kolben verbessert. Durch die geeignete Wahl von Hochtemperaturmaterialien für die Kammern und Kolben, konnte die Temperaturdifferenz zwischen der heissen Seite der Wärmetauscher und der kalten Seite der Kühlvorrichtungen gefahrlos erhöht werden, womit die resultierende mechanische Arbeit erhöht wurde.

35 [0006] Die Verbesserung des Betriebs der Wärmekraftmaschine aus EP0850353 wurde durch Mittel zur Einstellung des Kolbenhubs und des Taumelscheibenwinkels erreicht. Diese Mittel sind elektrisch ausgeführt und führen dazu, dass die Wärmekraftmaschine mit einem Motor und weiteren Bauteilen ausgestattet werden muss. Derartige Wärmekraftmaschinen sind damit komplexer und mittels einer Vielzahl von Bauteilen ausgeführt, womit diese umständlicher zu bedienen und fehleranfälliger werden.

40 [0007] Bisher wurde zur Optimierung der Wärmeleitung bzw. Wärmeübertragung auf das Arbeitsmedium, das Arbeitsmedium durch eine Vielzahl von dünnen Röhrchen mit einer grossen Gesamtoberfläche ausserhalb der Kammern geführt, wobei die Wärmeenergie übertragen wurde. Um höhere Leistungen zu erzielen musste der Betriebsdruck entsprechend erhöht werden, woraus eine mechanische Belastung der Vielzahl von Röhrchen resultiert.

45 [0008] Die vorliegende Erfindung schafft eine neuartige Möglichkeit Wärmeenergie bei geringem Totvolumen auszutauschen. Durch den verringerten Einsatz einer Vielzahl von dünnen Röhrchen zum Wärmetausch sind die resultierenden Momente auf die Kolben kleiner, als bei Motoren des Stands der Technik.

Darstellung der Erfindung

50 [0009] Die vorliegende Erfindung hat sich zur Aufgabe gestellt eine mechanische Wärmekraftmaschine nach Art eines Stirling-Motors zu schaffen, welche eine Benutzung von Luft als Arbeitsmedium erlaubt, wobei eine ausreichend hohe Effizienz erreichbar ist, wobei auf zusätzliche elektrische Steuerungen und Verbraucher verzichtet wird.

[0010] Diese Aufgabe und zusätzlich die Verbesserung des bei der Wärmeleitung stattfindenden Austauschs von Wärmeenergie ohne Erhöhung des sogenannten Totvolumens, wobei das Arbeitsmedium vor dem Aufheizprozess nicht unnötigerweise abgekühlt wird, löst die erfindungsgemässe Wärmekraftmaschine.
55

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0011] Ein bevorzugtes Ausführungsbeispiel des Erfindungsgegenstandes wird nachstehend im Zusammenhang mit

den anliegenden Zeichnungen beschrieben.

- Figur 1 zeigt eine perspektivische Ansicht einer Wärmekraftmaschine mit einem erstem und einem zweiten Wärmetauscher im Vordergrund, während
- 5 Figur 2 eine perspektivische Ansicht einer Wärmekraftmaschine von der Schwungrad-Seite zeigt.
- Figur 3 zeigt eine teilweise längs geschnittene Ansicht einer Wärmekraftmaschine mit Schnitt durch eine erste Wärmeübertragungskammer und eine erste Arbeitskammer, während
- Figur 4 eine Schnittansicht durch die Wärmekraftmaschine entlang der zentralen Verbindungslinie B durch die erste und zweite Arbeitskammer zeigt.
- 10 Figur 5 zeigt eine detaillierte perspektivische teilweise geschnittene Ansicht eines ersten Wärmeübertragungskolbens in einer ersten Wärmeübertragungskammer.
- Figur 6 zeigt einen Querschnitt durch eine Wärmeübertragungskammer gemäss Linie A-A aus Figur 4.
- Figuren 7a bis 7d stellen eine teilweise geschnittene Darstellung entlang einer Kreislinie D aus Figur 6 dar, wobei die unterschiedlichen Takte der Wärmekraftmaschine dargestellt sind.
- 15 Figur 8 zeigt ein p-V-Diagramm eines idealen rechtsläufigen Stirling-Prozesses, sowie eines, unter idealen Umständen erreichbaren, idealen pseudo-Kreisprozesses gemäss 1-5- 3-6.
- Figur 9a zeigt eine perspektivische teilweise geschnittene Ansicht einer Wärmekraftmaschine mit Kurbeltrieb innerhalb eines Kurbeltriebgehäuses, während
- Figur 9b eine perspektivische Ansicht des Kurbeltriebes mit gekoppelten Kolben zeigt.
- 20 Figur 10a zeigt eine perspektivische Ansicht zweier Wärmekraftmaschinen an eine Kurbelwelle gekoppelt, während
- Figur 10b eine perspektivische Ansicht der gekoppelten Kolben gemäss Figur 10a ohne Kurbeltriebgehäuse zeigt.
- Figur 11 zeigt eine perspektivische Ansicht von insgesamt vier gekoppelten Wärmekraftmaschinen.

25

Beschreibung

[0012] Eine bevorzugte Ausführungsform einer erfindungsgemässen Wärmekraftmaschine 0 in Form eines Stirlingmotors 0, welche ein Schwungrad 21 durch Ausnutzung eines thermodynamischen Kreisprozesses antreibt, ist in den beiliegenden Figuren gezeigt und wird im Folgenden detailliert beschrieben. Das Schwungrad 21 kann beispielsweise mit einer Vorrichtung zur Nutzung der mechanischen Ausgangsenergie oder mit einem elektrischen Generator zur Umwandlung in elektrische Energie verbunden sein.

30

[0013] An einen Basisflansch 100 sind eine erste Wärmeübertragungskammer 1, eine zweite Wärmeübertragungskammer 2, eine erste Arbeitskammer 5 und eine zweite Arbeitskammer 6 angeordnet. Die insbesondere hohlzylindrisch geformten Kammern 1, 2, 5, 6 bilden jeweils einen inneren Hohlraum. Die erste Wärmeübertragungskammer 1 ist ausserhalb des Basisflansches 100 über einen ersten Wärmetauscher 9 mit der ersten Arbeitskammer 5 verbunden. Die zweite Wärmeübertragungskammer 2 ist ausserhalb des Basisflansches 100 über einen zweiten Wärmetauscher 10 mit der zweiten Arbeitskammer 6 verbunden.

35

[0014] Innerhalb des Basisflansches 100 (in Figur 6 dargestellt) verlaufen eine erste Kühlvorrichtung 11 und eine zweite Kühlvorrichtung 12. Während die erste Wärmeübertragungskammer 1 über die erste Kühlvorrichtung 11 mit der zweiten Arbeitskammer 6 verbunden ist, ist die zweite Wärmeübertragungskammer 2 über die zweite Kühlvorrichtung 12 mit der ersten Arbeitskammer 5 verbunden. Die Wärmeübertragungskammern 1, 2, die Wärmetauscher 9, 10, sowie die Arbeitskammern 5, 6 und die Kühlvorrichtungen 11, 12 bilden einen zusammenhängenden geschlossenen und gasdichten Gesamtinnenraum, welcher mit einem Arbeitsmedium gefüllt ist.

40

[0015] Durch die abwechselnde Verbindung der Wärmeübertragungskammern 1, 2 über Wärmetauscher 9, 10 und Kühlvorrichtungen 11, 12 entsteht ein geschlossener Gesamtinnenraum. Die erfindungsgemässe Wärmekraftmaschine 0 ist unter Einsatz von Luft, aber auch von reinem Stickstoff oder Sauerstoff als Arbeitsmedium einsetzbar.

45

[0016] Die Wärmetauscher 9, 10 ausserhalb des Basisflansches 100 und die Kühlvorrichtungen 11, 12 sind in Form einer Mehrzahl von Röhrchen ausgeführt. Während die Kühlvorrichtungen 11, 12 innerhalb des Basisflansches 100 mit einem Kühlmittel in thermischem Kontakt sind, sind die Wärmetauscher 9, 10 mit einer externen Wärmequelle in thermischem Kontakt. Die Wärmetauscher 9, 10 sind während des Betriebes der Wärmekraftmaschine 0 mit einer Wärmequelle verbunden, sodass das innerhalb der Wärmetauscher 9, 10 befindliche Arbeitsmedium aufgeheizt wird. Die von aussen durch die Wärmequelle zugeführte Wärmeenergie heizt die Seite der Wärmekraftmaschine 0, auf welcher sich die Wärmetauscher 9, 10 befinden, auf eine Temperatur $T_2 > T_1$ auf. Die Art der Wärmequelle spielt für die erfindungsgemässe Wärmekraftmaschine keine Rolle und ist je nach Einsatzort der Wärmekraftmaschine und Zugänglichkeit wählbar.

50

55

[0017] Die innerhalb des Basisflansches 100 angeordneten Kühlvorrichtungen 11, 12 werden mittels eines Kühlmittels auf die Temperatur T_1 gekühlt, sodass das innerhalb der Kühlvorrichtungen 11, 12 zirkulierende Arbeitsmedium ent-

sprechend abgekühlt wird. Das Kühlmittel, beispielsweise Wasser, ist durch einen Kühlmittleinlass 22 und einen Kühlmittelauslass 23 in den Basisflansch 100 einbringbar und entsprechend austauschbar.

[0018] Auf der, den Wärmetauschern 9, 10 gegenüberliegenden Seite des Basisflansches 100 entlang der Längsachse L ist eine Führungskulisse 101 befestigt. An einer innerhalb der Führungskulisse 101 befestigten Koppelmechanik ist das Schwungrad 21 rotierbar gelagert.

[0019] An der Führungskulisse 101 ist eine Gelenkbefestigung 20, welche ein Kardangelenk 19 trägt, lösbar befestigt angeordnet. Mit dem Kardangelenk 19 ist eine Taumelplatte 18 in Form eines Kreuzes mit dem Kardangelenk 19 zusammenwirkend verbunden und kippbar auf dem Kardangelenk 19 gelagert. An jeder der vier Ecken der ortsfest angeordneten Taumelplatte 18 in Form eines Kreuzes ist jeweils eine Aufnahme für einen Koppelstab 25 angeordnet. Der Koppelstab 25 ist damit schwenkbewegbar mit der Taumelplatte 18 auf einer ersten Seite verbunden.

[0020] Die vier Koppelstäbe 25 sind auf der dem Basisflansch 100 zugewandten zweiten Seite jeweils mit einem ersten **Wärmeübertragungskolben 3**, einem **zweiten** Wärmeübertragungskolben 4, einem ersten Arbeitskolben 7 und einem zweiten Arbeitskolben 8 verbunden. Die Kolben 3,4,7,8 weisen jeweils einen Kolbenbolzen und einen Kolbenkopf auf, wobei der Kolbenbolzen mit jeweils einem Koppelstab 25 zusammenwirkend verbunden ist. Im Betrieb der Wärmekraftmaschine 0 bewegt sich der erste Wärmeübertragungskolben 3 linear in die erste Wärmeübertragungskammer 1 abwechselnd hinaus und hinein. Gleiches gilt für den zweiten Wärmeübertragungskolben 4 und die zweite Wärmeübertragungskammer 2 und den ersten und zweiten Arbeitskolben 7, 8 in die korrespondierende erste und zweite Arbeitskammer 5, 6.

[0021] Durch die mechanische Kopplung der einzelnen Kolben 3,4,7,8 über die Koppelstäbe 25 an der Taumelplatte 18, werden die Kolben 3,4,7,8 in einer festen Phasenverschiebung in die Kammern 1, 2, 5, 6 hinein und aus diesen heraus bewegt. Dabei sind der erste und zweite Arbeitskolben 7, 8 und der erste und zweite Wärmeübertragungskolben 3, 4 jeweils an gegenüberliegenden Armen der kreuzförmigen Taumelplatte 18 angeordnet. Jeder Wärmeübertragungskolben 3, 4 ist jeweils von den Arbeitskolben 7, 8 benachbart an der Taumelplatte 18 angeordnet.

[0022] Durch die Bewegung wird die ortsfeste Taumelplatte 18 unterschiedlich verkippt. Ein an der Taumelplatte 18 befestigter oder angeformter Schaft 17 ist in einer exzentrischen Bohrung 240 in einer Exzentrerscheibe 24 gelagert. Die Lagerung des Schafts 17 erfolgt in einem Schaftlager 241 innerhalb der exzentrischen Bohrung 240. Durch die Kippbewegungen der Taumelplatte 18 wird der Schaft 17 entsprechend ausgelenkt. Die Exzentrerscheibe 24 wird durch Auslenkung des Schafts 17 mitgeführt und in Rotation versetzt.

[0023] Eine an der Exzentrerscheibe 24 angeformte Antriebswelle 103 ist kugelgelagert durch die Führungskulisse 101 durchgeführt. Die Lagerung der Antriebswelle 103 in der Führungskulisse 101 erfolgt in einem Lager 102, bevorzugt ein Kugellager 102. Das auf der Antriebswelle 103 befestigte Schwungrad 21 wird entsprechend durch die Kolbenbewegung in Rotation versetzt. Die Auslenkung der Kolben 3,4,7,8 führt damit zu einer Kippbewegung der Taumelplatte 18, welche mittels Exzentrerscheibe 24 in eine Rotationsbewegung der Antriebswelle 103 und des daran befestigten Schwungrads 21 führt.

[0024] Wie in Figur 4 angedeutet macht die Schaftlängsachse 170 während der abwechselnden Hubbewegungen der Kolben 3,4,7,8 eine Präzessionsbewegung um die Längsachse L und damit um das Kardangelenk 19, wobei durch die Lagerung des Schafts 17 das Schwungrad 21 in Rotation versetzt wird. Die kinetische Energie des Schwungrades 21 führt zu einem kontinuierlichen Betrieb, wobei die Kippbewegung und die Präzessionsbewegungen des Schafts 17 durch mechanisch geleistete Arbeit aufgrund des Temperaturunterschiedes, mittels der Wärmezufuhr des ersten und zweiten Wärmetauschers 9, 10 ständig aufrechterhalten wird.

[0025] Die erfindungsgemässe Wärmekraftmaschine 0 weist Wärmeübertragungskammern 1, 2 mit deutlich grösseren Längen und/oder Durchmessern und damit grösseren Hubräumen auf, als die korrespondierenden ersten und zweiten Arbeitskammern 5, 6. Entsprechend sind die Durchmesser und Querschnittsflächen der Kolbenköpfe der Wärmeübertragungskolben 3, 4 grösser als die Durchmesser und Querschnittsflächen der Kolbenköpfe der Arbeitskolben 7, 8.

[0026] In den Figuren 3 und 4 wird eine spezielle Ausgestaltung der Wärmeübertragungskolben 3, 4 deutlich. Die Kolbenköpfe der Wärmeübertragungskolben 3, 4 sind jeweils segmentiert und geschlitzt ausgeführt ist, wodurch eine vergrösserte Oberfläche zur Übertragung von Wärme zwischen Arbeitsmedium und Kolbenkopf resultiert.

[0027] Der Kolbenkopf der segmentierten und geschlitzten ersten und zweiten Wärmeübertragungskolben 3, 4 weist einen etwas kleineren Durchmesser auf, als die lichte Weite der korrespondierenden ersten und zweiten Wärmeübertragungskammer 1, 2, sodass ein radialer Abstand zwischen Wärmeübertragungskolben 3, 4 und jeweiliger Wärmeübertragungskammer 1, 2 garantiert ist.

[0028] In Figur 5 sind Längsschlitze 13 im Kolbenkopf des ersten Wärmeübertragungskolbens 3 etwa parallel zum Kolbenbolzen des ersten Wärmeübertragungskolbens 3 verlaufend erkennbar. Durch diese Längsschlitze 13 kann Arbeitsmedium aus Richtung des ersten Wärmetauschers 9 vom geheizten Teil 15 der ersten Wärmeübertragungskammer 1 in Richtung Kolbenbolzen passieren. Das Arbeitsmedium hat im Bereich des geheizten Teils 15 eine Temperatur T_2 . Querschlitze 14 erschweren die Wärmeleitung durch den segmentierten Wärmeübertragungskolben 3 zwischen dem geheizten Teil 15 und dem gekühlten Teil 16 der ersten Wärmeübertragungskammer 1. Durch die Ausgestaltung der deutlich grösseren Wärmeübertragungskammer 1 im Vergleich zur ersten Arbeitskammer 5 und die segmentiert aus-

gestalteten Wärmeübertragungskolben 3, 4 weicht das resultierende p-V-Diagramm der erfindungsgemässen Wärmekraftmaschine 0 vom bekannten Stirling-p-V-Diagramm deutlich ab.

[0029] Aufgrund der oben beschriebenen Anordnung ändern sich Druck und Temperatur des Arbeitsmediums während der Bewegung der ersten und zweiten Arbeitskolben 5, 6 kaum. Aufgrund des Grössenunterschiedes zwischen Wärmeübertragungskammer und Arbeitskammer durchläuft das Arbeitsmedium keinen klassisch bekannten kontinuierlichen thermodynamischen Kreisprozess.

[0030] In Figur 6 ist eine zentrale Verbindungslinie B, welche entlang der Zentren der ersten und zweiten Wärmeübertragungskammer 1, 2, sowie durch die Längsachse L verläuft. Eine weitere Verbindungslinie C, läuft entlang der Mitten der ersten und zweiten Arbeitskammer 5, 6 und quert die Längsachse L. Zwischen der zentralen Verbindungslinie B und der weiteren Verbindungslinie C wird ein Winkel α aufgespannt. Versuche haben gezeigt, dass bei der Wahl des Winkels α im Bereich 90° bis 140° gute Ergebnisse erzielt werden können. Durch unterschiedliche relative Ausrichtungen der Kammern und entsprechend mittelbare Befestigung der Kolben an der Taumelplatte 18 können erfindungsgemässe Wärmekraftmaschinen 0 an spezielle Anforderungen angepasst werden. Neben einem platzsparenden Aufbau, kann die Anordnung der Kolben auf die Erreichung einer maximalen Leistung oder maximalen Effizienz abgestimmt eingestellt werden.

[0031] Im Folgenden wird anhand der Figuren 7a bis 7d der thermodynamische Zyklus der erfindungsgemässen Wärmekraftmaschine 0 in vier Takten erläutert. Aufgrund der oben beschriebenen abwechselnden Anordnung der Arbeitskolben 7, 8 und Wärmeübertragungskolben 3, 4 werden beim Betrieb der Wärmekraftmaschine 0 entweder die Arbeitskolben 7, 8 oder die Wärmeübertragungskolben gleichzeitig in entgegengesetzte Richtungen linear ausgelenkt.

[0032] Die Figuren 8a bis 7d zeigen einen Schnitt durch alle vier Kammern 1, 2, 5, 6 entlang der Linie D, welcher in die Papierebene geklappt dargestellt ist. Die Hubräume, welche mit Arbeitsmedium unter höchstem Druck gefüllt sind, sind mit "+"-Zeichen gekennzeichnet. Entsprechend sind Hubräume mit "-"-Zeichen gekennzeichnet, in denen der Druck minimal ist.

1. Takt

[0033] Figur 7a zeigt die Bewegung des ersten Arbeitskolbens 7 und des zweiten Arbeitskolbens 8, während der Rotation der Exzentrerscheibe 24 von 0° bis 90° . Das Arbeitsmedium in der ersten Wärmeübertragungskammer 1, im ersten Wärmetauscher 9, im oberen heissen Bereich der ersten Arbeitskammer 5 und im unteren kalten Bereich der zweiten Arbeitskammer 6 steht unter hohem Druck. Durch die Segmentierung des ersten Wärmeübertragungskolbens 3, welcher zuvor erwärmt wurde, konnte das Arbeitsmedium zusätzlich erwärmt werden. Der erste Wärmeübertragungskolben 3 ist am gekühlten unteren Anschlag der ersten Wärmeübertragungskammer 1, während der erste Arbeitskolben 7 mittig innerhalb der ersten Arbeitskammer 5 ausgelenkt ist. Durch die Segmentierung des ersten Wärmeübertragungskolbens 3 kann das Arbeitsmedium durch die Längsschlitz 13 von der heissen Seite des Wärmeübertragungskolbens 3 in Richtung der ersten Kühlvorrichtung 11 strömen bis in den unteren kalten Bereich der zweiten Arbeitskammer 6 unterhalb des zweiten Arbeitskolbens 8. Der zweite segmentierte Wärmeübertragungskolben 4 befindet sich zu Beginn am oberen heissen Anschlag der zweiten Wärmeübertragungskammer 2. Das Arbeitsmedium kann unter niedrigem Druck von der Arbeitskammer 6 durch den zweiten Wärmetauscher 10 durch die Längsschlitz 13 in den kalten Bereich der zweiten Wärmeübertragungskammer 2 und die zweite Kühlvorrichtung 12 bis in den kalten Bereich der ersten Arbeitskammer 5 strömen.

2. Takt

[0034] Es folgt ein zweiter Takt durch die Rotation der Taumelscheibe von 90° bis 180° . Aufgrund der mechanischen Kopplung der vier Kolben 3, 4, 7, 8 an der Taumelplatte 18 wird der erste Arbeitskolben 7 bis zum gekühlten Anschlag nach unten gezogen, während der zweite Arbeitskolben 8 bis zum geheizten Anschlag nach oben gedrückt wird. Aufgrund des Druckunterschiedes findet eine Bewegung des ersten Arbeitskolbens 7 nach unten und des zweiten Arbeitskolbens 8 nach oben, jeweils in Richtung des niedrigeren Druckes des Arbeitsmediums, statt. Durch eine Expansion des Arbeitsmediums wird damit effektiv Arbeit verrichtet.

[0035] Am Schluss der ersten Bewegung ist der erste Arbeitskolben 7 bis zum unteren kalten Anschlag und der zweite Arbeitskolben 8 bis zum oberen heissen Anschlag ausgelenkt, wobei eine Entspannung des Arbeitsmediums stattfindet.

[0036] Durch eine weitere Drehung der Taumelplatte 18 werden die gegenüberliegend angeordneten erste und zweite Wärmeübertragungskolben 3, 4 gegengleich linear verschoben. Während der erste Wärmeübertragungskolben 3 in einer Aufwärtsbewegung in Richtung ersten Wärmetauscher 9 ist, bewegt sich der zweite Wärmeübertragungskolben 4 in Richtung des kalten unteren Anschlags der zweiten Wärmeübertragungskammer 2.

[0037] Durch die Längsschlitz 13 des ersten Wärmeübertragungskolbens 3 strömt erwärmtes Arbeitsmedium, welches seine Wärmeenergie an den Wärmeübertragungskolben 3 abgibt, wodurch das Arbeitsmedium abkühlt. Durch die grosse Fläche des Wärmeübertragungskolbens 3 wird dem Arbeitsmedium derart viel Wärme entzogen, dass der Druck

in der ersten Wärmeübertragungskammer 1 stark abnimmt.

[0038] Durch die Bewegung des zweiten, in Takt 1 aufgeheizten, Wärmeübertragungskolbens 4 in Richtung des gekühlten Anschlags der ersten Wärmeübertragungskammer 2 strömt kaltes Arbeitsmedium durch den segmentierten Wärmeübertragungskolben 4. Wärmeenergie wird an das Arbeitsmedium abgegeben, wodurch das Arbeitsmedium bei der Strömung in Richtung des zweiten Wärmetauschers 10 bereits vorgewärmt wird. Durch die Abgabe der Wärmeenergie durch den zweiten Wärmeübertragungskolben 4 erhöht sich der Druck in der zweiten Wärmeübertragungskammer 2.

3. Takt

[0039] Wie in Figur 7c deutlich, herrscht ein niedriger Druck in der ersten Wärmeübertragungskammer 1, dem ersten Wärmetauscher 9 und im oberen Bereich der ersten Arbeitskammer 5 vor. Ein hoher Druck des Arbeitsmediums herrscht entsprechend in der zweiten Wärmeübertragungskammer 2, dem zweiten Wärmetauscher 10 und der zweiten Arbeitskammer 6 vor. Durch diese Druckunterschiede wird der erste Arbeitskolben in Richtung des ersten Wärmetauschers 9 und der zweite Arbeitskolben in Richtung des zweiten Wärmetauschers 10 ausgelenkt, wobei wieder mechanische Arbeit verrichtet wird.

4. Takt

[0040] Eine weitere Auslenkung der Taumelscheibe 18 von 270° bis 360° führt den ersten Wärmeübertragungskolben 3 in Richtung des kalten Anschlags und den zweiten Wärmeübertragungskolben 4 in Richtung des heissen Anschlags, wobei sich der erste Arbeitskolben 7 am heissen Anschlag und der zweite Arbeitskolben 8 am kalten Anschlag befindet.

[0041] Die Wärmeübertragungskolben 3, 4 sind in der Lage viel Wärmeenergie aufzunehmen und während des Prozesses an das Arbeitsmedium abzugeben, wodurch eine Vorkühlung bzw. eine Vorheizung des Arbeitsmediums stattfindet. Die von den Wärmeübertragungskolben 3, 4 aufnehmbare Wärmeenergiemenge ist dabei deutlich grösser, als die bei dem thermodynamischen Kreisprozess verrichtete Arbeit.

[0042] Aufgrund der durch die segmentiert ausgebildeten Wärmeübertragungskolben 3, 4 wird mehr Wärmeenergie an das Arbeitsmedium abgegeben, als beim bekannten klassischen Stirling-Kreisprozess. Dadurch kann mehr mechanische Arbeit verrichtet werden und somit ein höherer Wirkungsgrad erreicht werden.

[0043] Figur 8 zeigt ein p-V-Diagramm des bekannten idealen rechtsläufigen Stirling-Prozesses, wobei
 3 → 4 eine isotherme Expansion unter Zuführung von Wärme
 4 → 1 eine isochore Abkühlung
 1 → 2 eine isotherme Kompression mit zugeführter Volumenänderung und
 2 → 3 eine isochore Erwärmung

ein geschlossener Kreisprozess ist und die umwandelbare mechanische Arbeit die Fläche unter den Zyklen darstellt.

[0044] Mit der hier vorgestellten Vorrichtung kann ein abgewandelter Prozess durchgeführt werden, wobei ein idealer pseudo-Kreisprozess gemäss 1-5-3-6 möglich ist. Dieser Prozess beschreibt im Idealfall ein Rechteck, wobei bei einem konstanten Druck p_1 eine Volumenverkleinerung bei der Temperatur T_1 durchlaufen wird (1 → 5). Anschliessend wird bei einem konstanten Volumen V_1 eine Kompression von p_1 auf p_2 durchgeführt (5 → 3). Beim Druck p_2 findet eine Volumenvergrösserung von V_1 auf V_2 statt (3 → 6). Bevor eine isochore Abkühlung bei gleichzeitiger Druckminderung von p_2 auf p_1 stattfindet (6 → 1). Auch hier wird die mechanisch umsetzbare Arbeit durch die Fläche unterhalb des Zyklus beschrieben, wobei die schraffierte Fläche den zusätzlichen Anteil der Arbeit angibt. Aus Figur 8 wird deutlich, dass die erfindungsgemässe Wärmekraftmaschine 0 zu einem höheren erreichbaren Wirkungsgrad führt, wobei die Prozessparameter Druck, Temperatur und Volumenänderung bekannten Stirling-Kreisprozessen entsprechen.

[0045] Damit die Wärmekraftmaschine 0 minimale Vibrationen während des Betriebs aufweist und eine dynamische Unwucht aufgrund der rotierenden Exzentrerscheibe 24, deren Rotationsachse nicht mit einer der stabilen Hauptträgheitsachsen übereinstimmt, auszugleichen, ist die Exzentrerscheibe unsymmetrisch mit einer Verdickung versehen. Diese Verdickung ist in Figur 4 deutlich erkennbar und bildet ein Ausgleichsgewicht.

[0046] Der in der ersten Arbeitskammer 5 und der zweiten Arbeitskammer 6 während der Verdichtung des Arbeitsmediums auftretende Druck beträgt etwa 6 bis 7 MPa. Aufgrund der Nutzung von Luft als Arbeitsmedium sind die Anforderungen an die Dichtung des Gesamtinnenraums der Wärmekraftmaschine 0 nicht besonders hoch. Für die Kammern 1, 2, 5, 6 und Kolben 3, 4, 7, 8 wird Edelstahl eingesetzt, wobei Lötstellen mit einem Kupfer und Magnesium enthaltenen Lot verbunden sind.

[0047] Vorteilhaft ist die hohle Ausführung des ersten und zweiten Arbeitskolbens 7, 8. Die notwendige Stabilität ist gegeben und aufgrund minimierten Gewichts ist eine optimale Kraftübertragung möglich. Um die Arbeitskolben 7, 8 vor der auftretenden Hitze zu schützen, werden in weiteren Ausführungsformen Mineralfasern, insbesondere Basaltfasern in das Innere der Arbeitskolben 7, 8 eingebracht. Die Basaltfasern liegen in amorpher Form vor und haben neben einer Hitzeschutzwirkung einen mechanisch verstärkenden Effekt.

[0048] An der oberen Seite des Basisflansches 100, der Führungskulisse 101 zugewandt, sind Kolbenführungen angeformt, durch welche die Kolbenbolzen durch eine Bohrung stabilisiert geführt linear in die entsprechenden Kammern abwechselnd bewegt werden. Die lineare Bewegung der Kolben 3,4,7,8 wird in Rotationsbewegung der Taumelplatte 18, der Exzentrerscheibe 24 und letztlich des Schwungrades 21 umgesetzt. Durch die hier gezeigte Art der Kopplung können die Kolben 3,4,7,8 aber auch durch Rotation des Schwungrades 21 ausgelenkt werden.

[0049] In weiteren Ausführungsformen können mehr als zwei Paare aus Wärmeübertragungskammer und zugeordneter und über einen Wärmetauscher verbundene Arbeitskammer die erfindungsgemässe Wärmekraftmaschine 0 bilden. Entsprechend müssten weitere Wärmeübertragungskolben und Arbeitskammer vorgesehen sein, welche in den zusätzlichen Kammern bewegbar gelagert sind. Die Mechanik zur Auskopplung der linearen Kolbenbewegung und Umwandlung in eine Rotationsbewegung zum Antrieb des Schwungrades 21 muss auf die Anzahl der verwendeten Kolben jeweils abgestimmt sein.

[0050] Bei der Entwicklung des segmentiert ausgeführten ersten Wärmeübertragungskolbens 3 wurde dieser erste Wärmeübertragungskolben 3 in bekannte handelsübliche Stirling-Motoren und Wärmekraftmaschinen gemäss eines Stirling-Motors eingebaut und damit experimentiert. Dabei wurden bekannte Wärmekraftmaschinen mit nur einer ersten Wärmeübertragungskammer 1 benutzt. Der Wirkungsgrad solcher Wärmekraftmaschinen ist bei Benutzung von Kolben gemäss Stand der Technik nicht besonders hoch. Nach dem Einbau des einen segmentierten Wärmeübertragungskolbens 3 in die eine Wärmeübertragungskammer 1 und der Benutzung von Luft als Arbeitsmedium konnten gute Ergebnisse erreicht werden, mit ähnlich hohem Wirkungsgrad, wie beim Standardbetrieb beispielsweise mit Heliumgas.

[0051] Damit wurde gezeigt, dass eine Verwendung von Luft als Arbeitsmedium durch die Benutzung eines segmentierten ersten Wärmeübertragungskolbens 3 in bekannten Stirling-Motoren erfolgreich durchführbar ist. Die grossen Probleme, die bei bekannten Stirling-Motoren aufgrund der Benutzung von Helium auftreten, können damit durch eine Verwendung des ersten segmentierten Wärmeübertragungskolbens 3 und die Verwendung von Luft, umgangen werden. Die anfänglich benutzten Wärmeübertragungskolben 3 wiesen bereits wie oben beschrieben, eine Mehrzahl von Längsschlitz 13 und/oder Querschlitz 14 auf.

[0052] Zur Übertragung der linearen translatorischen Bewegung der Kolben 3, 4, 7, 8 in eine Drehbewegung ist der im Folgenden erläuterte Kurbeltrieb 40 einsetzbar. Neben dem Antrieb eines Schwungrades 21 ist damit auch der Antrieb einer Kurbelwelle 400 möglich. Der Kurbeltrieb 40 erlaubt eine gute Kraftübertragung beim Betrieb der Wärmekraftmaschine 0, wobei konstruktionsbedingt eine einfache Aneinanderreihung mehrerer Wärmekraftmaschinen 0 bzw. mehrerer Paare von Arbeitskammer 7, 8 und Wärmeübertragungskolben 3, 4 möglich ist.

[0053] Der Kurbeltrieb 40 umfasst die Kurbelwelle 400, die in einem Kurbeltriebgehäuse 41 auf mindestens einem Kurbelwellenlager 401 rotierbar ortsfest angeordnet ist. Mit der Kurbelwelle 400 ist über einen Hubzapfen 4010 mindestens ein Hubelement 403 verbunden, welches exzentrisch zur Drehachse der Kurbelwelle 400 auf der Kurbelwelle 400 gelagert ist und damit die Kurbelwelle 400 in eine Drehbewegung versetzen kann. Das Hubelement 403 weist einen Querbalken 4031 auf, an dessen Enden jeweils ein Arbeitskammer 7 und ein Wärmeübertragungskolben 3 angeordnet sind. Mittels Gelenken 405 sind zwei Doppelgelenkstäbe 404 drehbewegbar über Wälzlager 407 an den Enden des Querbalkens 4031 befestigt. Auf der dem Querbalken 4031 abgewandten Seite des Hubelementes 403 sind die Kolben 3, 4, 7, 8 wiederum durch Wälzlager gelagert mittels Gabelkopplungen 406 bewegbar an den Doppelgelenkstäben 404 befestigt.

[0054] Jeweils ein Schwenkhebel 402 ist schwenkbar in einem Schwenkhebellager 4022 am Kurbeltriebgehäuse 41 befestigt und an der in das Kurbeltriebgehäuse 41 hineinragenden Seite mit einem Schwenkstab 4021 bewegbar, bevorzugt durch Wälzlager gelagert, mit dem Hubelement 403 verbunden.

[0055] Beim Betrieb der Wärmekraftmaschine und der periodischen Auslenkung der Kolben 3, 4, 7, 8 wird das Hubelement 403 gemäss Pfeilmarkierung A in Figur 9b, je nach Auslenkung der benachbart aufgehängten Kolben verschwenkt und aufgrund der exzentrischen Befestigung am Hubzapfen 4010 der Kurbelwelle 400 in Richtung senkrecht zur Kurbelwellenachse auf und ab geführt. Durch Wahl des Abstandes der Aufhängung des Kolbens 7 und des Kolbens 3 kann eine optimale Kraftübertragung auf die Kurbelwelle 400 aufgrund der Phasenverschiebung der Kolben erreicht werden. Die Kolben 3, 7 und die Kolben 4, 8 sind jeweils an unterschiedlichen Hubzapfen an der Kurbelwelle 400 befestigt, damit eine notwendige Phasenverschiebung der Kolbenpaare zueinander erreichbar ist.

[0056] Durch die Kopplung des Schwenkstabs 4021 am Hubelement 403, wird der Schwenkhebel 402 mit der auf und ab Bewegung mitgeführt und entsprechend um das Schwenkhebellager 4022 verschwenkt. Der Schwenkhebel 402 ist hier gegabelt ausgeführt, wobei jeweils einer der Kolben bzw. Kolbenstangen durch den gegabelten Bereich des Schwenkhebels 402 führbar gelagert ist. Auch durch die Anordnung der Schwenkhebel 402 am Kurbeltriebgehäuse 41 kann die Phasenverschiebung der beweglichen Kolben eingestellt werden. Die Schwenkbewegung des vorderen Schwenkhebels 402 ist durch die Pfeilmarkierung D und die Schwenkbewegung des hinteren Schwenkhebels 402' ist durch die Pfeilmarkierung E definiert.

[0057] Konstruktionsbedingt sind mehrere Wärmekraftmaschinen 0 über den Kurbeltrieb 40 an einer Kurbelwelle 400 linear koppelbar, sodass wie in Figur 10a beispielsweise zwei Wärmekraftmaschinen 0 in einem Kurbeltriebgehäuse 41, wie von V-Motoren bekannt, gekoppelt sein können. Um diese Kopplung möglichst auf engstem Raum zu bewerk-

stelligen sind jeweils Kolben 3, 7 einer ersten Wärmekraftmaschine 0 und Kolben 3', 7' einer zweiten Wärmekraftmaschine 0 benachbart über zwei benachbarte Querbalken 4031 und 4031' unterschiedlich ausgerichtet, aber am gleichen Hubzapfen 4010 angeordnet. Ebenso sind die Kolben 4, 8 und 4', 8' indirekt an der Kurbelwelle 400 direkt benachbart angeordnet. Damit auch hier eine optimale Kraftübertragung erreicht werden kann, müssen die Hubelemente 403 entsprechend der herrschenden Phasenverschiebung der Kolbenbewegung an der Kurbelwelle 400 angeordnet sein. Auch hier führen die Hubelemente 403 jeweils eine kombinierte Schwenkbewegung sowie eine Bewegung senkrecht zur Kurbelwellenachse durch.

[0058] Wie in Figur 11 gezeigt, kann eine modulare Anordnung mehrerer Wärmekraftmaschinen 0, 0', 0'', 0''' an einer Kurbelwelle 400 einfach durchgeführt werden, wobei die Kurbeltriebe 40 jeweils zweier Wärmekraftmaschinen 0, 0' und 0'', 0''' in jeweils einem Kurbeltriebgehäuse 41 angeordnet sind.

Bezugszeichenliste

[0059]

15	0	Wärmekraftmaschine
	1	Erste Wärmeübertragungskammer 3 erster Wärmeübertragungskolben (geschlitzt) Länge und Durchmesser grösser als erster Arbeitskolben
	2	Zweite Wärmeübertragungskammer
20	4	4 zweiter Wärmeübertragungskolben (geschlitzt) Länge und Durchmesser grösser als zweiter Arbeitskolben
	5	Erste Arbeitskammer 7 erster Arbeitskolben
	6	Zweite Arbeitskammer 8 zweiter Arbeitskolben
25	9	Erster Wärmetauscher/Heizaggregat
	10	Zweiter Wärmetauscher/Heizaggregat
	11	Erste Kühlvorrichtung
	12	Zweite Kühlvorrichtung
	13	Längsschlitze
30	14	Querschlitze
	15	Obere Kolbenlage (Nähe Heizaggregat)
	16	Untere Kolben (Nähe Kühlvorrichtung)
	17	Schaft 170 Schaftlängsachse
35	18	Taumelplatte
	19	Kardangelenk
	20	Gelenkbefestigung
	21	Schwungrad
	22	Kühlmitteleinlass
40	23	Kühlmittelauslass
	24	Exzentrerscheibe 240 exzentrische Bohrung 241 Schaftlager 242 Zapfen
45	25	Koppelstab
	100	Basisflansch
	101	Führungskulisse 1010 Kulissenlager
	102	Lager
50	103	Antriebswelle
	L	Längsachse
	B	Zentrale Verbindungslinie zwischen erster und zweiter Arbeitskammer
	C	Zentrale Verbindungslinie zwischen erster und zweiter Verdrängerkammer
	α	Winkel zwischen B und C
55	40	Kurbeltrieb 400 Kurbelwelle 4010 Hubzapfen 401 Kurbelwellenlager (starr)

- 402 Schwenkhebel gegabelt einer pro Paar)
 4021 Schwenkstab
 4022 Schwenkhebellager
 403 Hubelement mit
 5 4031 Querbalken
 404 Doppelgelenkstab
 405 Gelenk
 406 Gabelkopplung
 407 Wälzlager
 10 41 Kurbeltriebgehäuse

- A Schwenkbewegungsrichtung des Querbalkens 4031
 D Schwenkbewegung des vorderen Schwenkhebels
 E Schwenkbewegung des hinteren Schwenkhebels

15

Patentansprüche

- 20 1. Wärmeübertragungskolben (3) für eine Wärmekraftmaschine mit einem ersten Arbeitskolben (7),
dadurch gekennzeichnet, dass
 der Wärmeübertragungskolben (3) einen segmentiert und/oder geschlitzt ausgeführten Kolbenkopf mit einer ge-
 gegenüber dem ersten Arbeitskolben (7) vergrößerten Kontaktfläche zwischen Wärmeübertragungskolben (3) und
 umgebenden Arbeitsmedium aufweist, wodurch Wärmeenergie vom Wärmeübertragungskolben (3) an das Arbeits-
 25 medium abgebar ist.
2. Wärmekraftmaschine (0) mit einem angetriebenen Schwungrad (21) oder einer Kurbelwelle (400) mit einem ge-
 schlossenen Gesamtinnenraum, welcher mit einem Arbeitsmedium füllbar und druckdicht verschliessbar ist, um-
 fassend
 mindestens eine erste Arbeitskammer (5) mit einem linear bewegbaren ersten Arbeitskolben (7),
 30 mindestens eine erste Wärmeübertragungskammer (1) mit einem linear bewegbaren ersten Wärmeübertragungs-
 kolben (3), der einen Kolbenkopf aufweist,
 einen mit der ersten Arbeitskammer (5) und der ersten Wärmeübertragungskammer (1) verbundenen ersten Wär-
 metauscher (9),
 35 sowie eine erste Kühlvorrichtung (11),
 wobei der erste Arbeitskolben (7) und der erste Wärmeübertragungskolben (3)
 mechanisch miteinander gekoppelt sind,
dadurch gekennzeichnet, dass
 der erste Wärmeübertragungskolben (3) einen segmentiert und/oder geschlitzt ausgeführten Kolbenkopf mit einer
 gegenüber dem ersten Arbeitskolben (7) vergrößerten Kontaktfläche zwischen erstem Wärmeübertragungskolben
 40 (3) und umgebenden Arbeitsmedium aufweist, wodurch Wärmeenergie vom ersten Wärmeübertragungskolben (3)
 an das Arbeitsmedium abgebar ist.
3. Wärmekraftmaschine (0) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolbenkopf des ersten Wärme-
 45 übertragungskolbens (3) eine Mehrzahl von Längsschlitz (13) aufweist, wodurch ein Durchströmen des Arbeits-
 mediums durch den Kolbenkopf aus dem Bereich des ersten Wärmetauschers (9) in Richtung eines Kolbenbolzens
 erreichbar ist.
4. Wärmekraftmaschine (0) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolbenkopf des ersten Wärme-
 50 übertragungskolbens (3) eine Mehrzahl von Querschlitz (14) aufweist, welche die Wärmeleitung durch den seg-
 mentierten ersten Wärmeübertragungskolben (3) zwischen einem geheizten Teil (15) und einem gekühlten Teil (16)
 der ersten Wärmeübertragungskammer (1) erschwert.
5. Wärmekraftmaschine (0) nach Anspruch 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Querschnittsflächen der ersten
 55 Wärmeübertragungskammer (1), sowie des ersten Wärmeübertragungskolbens (3) grösser sind, als die Quer-
 schnittsflächen der ersten Arbeitskammer (5) sowie des ersten Arbeitskolbens (7).
6. Wärmekraftmaschine (0) gemäss einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** der geschlos-
 sene Gesamtinnenraum zusätzlich mindestens eine zweite Arbeitskammer (6) mit einem linear bewegbaren zweiten

Arbeitskolben (8) und
 mindestens eine zweite Wärmeübertragungskammer (2) mit einem linear bewegbaren zweiten Wärmeübertragungs-
 kolben (4) aufweist, wobei
 die erste Arbeitskammer (5) und die erste Wärmeübertragungskammer (1) über den ersten Wärmetauscher (9),
 sowie die zweite Arbeitskammer (6) und der zweite Wärmeübertragungskammer (2) über einen zweiten Wärmetauscher (10) gekoppelt verbunden sind,
 die erste Kühlvorrichtung (11) zwischen der zweiten Arbeitskammer (6) und der ersten Wärmeübertragungskammer (1) angeordnet ist und eine zweite Kühlvorrichtung (12) zwischen der ersten Arbeitskammer (5) und der zweiten Wärmeübertragungskammer (2) angeordnet ist,
 und die vier Kolben (3,4,7,8) mittels einer Taumelplatte (18) mechanisch miteinander gekoppelt sind und der zweite Wärmeübertragungskolben (4) einen segmentiert und/oder geschlitzt ausgeführten Kolbenkopf mit einer gegenüber dem zweiten Arbeitskolben (8) vergrößerten Kontaktfläche zwischen Wärmeübertragungskolben (4) und umgebenden Arbeitsmedium aufweist, sodass Wärmeenergie von den Wärmeübertragungskolben (3, 4) an das Arbeitsmedium abgebar ist.

7. Wärmekraftmaschine (0) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Kammern (1, 2, 5, 6) und die erste und zweite Kühlvorrichtung (11, 12) in einem Basisflansch (100) angeordnet sind und die Kühlvorrichtungen (11, 12) innerhalb des Basisflansches (100) mit einem Kühlmittel in thermischem Kontakt sind.

8. Wärmekraftmaschine (0) nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein Winkel α im Bereich von 90° bis 140° zwischen einer zentralen Verbindungslinie (B), welche entlang der Zentren der ersten und zweiten Wärmeübertragungskammern (1, 2) und durch die Längsachse (L) verläuft und einer weiteren Verbindungslinie (C), welche entlang der Mitten der ersten und zweiten Arbeitskammern (5, 6) und durch die Längsachse (L) verläuft, aufgespannt ist.

9. Wärmekraftmaschine (0) gemäss einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** jeweils ein Paar aus erstem Wärmeübertragungskolben (3) und erstem Arbeitskolben (7) an zwei gegenüberliegenden Seiten eines Hubelements (403) befestigt sind, wobei durch Anordnung des Hubelements (403) an einem Hubzapfen (4010) die Kurbelwelle (400) in Rotation versetzbar ist.

10. Wärmekraftmaschine (0) gemäss Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** das Hubelement (403) mittels Schwenkhebel (402) um ein Schwenkhebellaager (4022) am Kurbeltriebgehäuse (41) verschwenkbar senkrecht zur Kurbelwellenachse auf und ab bewegbar ist.

11. Wärmekraftmaschine (0) nach einem der vorherigen Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Wärmekraftmaschine mindestens zwei Paare von Wärmeübertragungskammern (1, 2) und Arbeitskammern (5, 6) mit den entsprechenden Wärmeübertragungskolben (3, 4) und Arbeitskolben (7, 8) umfasst, wobei die Wärmeübertragungskolben jeweils segmentierte Kolbenköpfe aufweisen.

12. Wärmekraftmaschine (0) gemäss Anspruch 10 und 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** das weitere Paar aus zweitem Wärmeübertragungskolben (4) und zweitem Arbeitskolben (8) an zwei gegenüberliegenden Seiten eines zweiten Hubelements (403') befestigt sind, wobei beide Hubelemente (403, 403') phasenverschoben von den vier Kolben verschwenkbar auf der Kurbelwelle (400) angeordnet sind.

13. Verwendung eines ersten Wärmeübertragungskolbens (3) mit einem Kolbenkopf und einem Kolbenbolzen in einer Wärmekraftmaschine, wobei *Luft als Arbeitsmedium einsetzbar ist*, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein segmentiert und/oder geschlitzt ausgestalteter Kolbenkopf des ersten Wärmeübertragungskolbens (3) linear in einer ersten Wärmeübertragungskammer (1) bewegt wird.

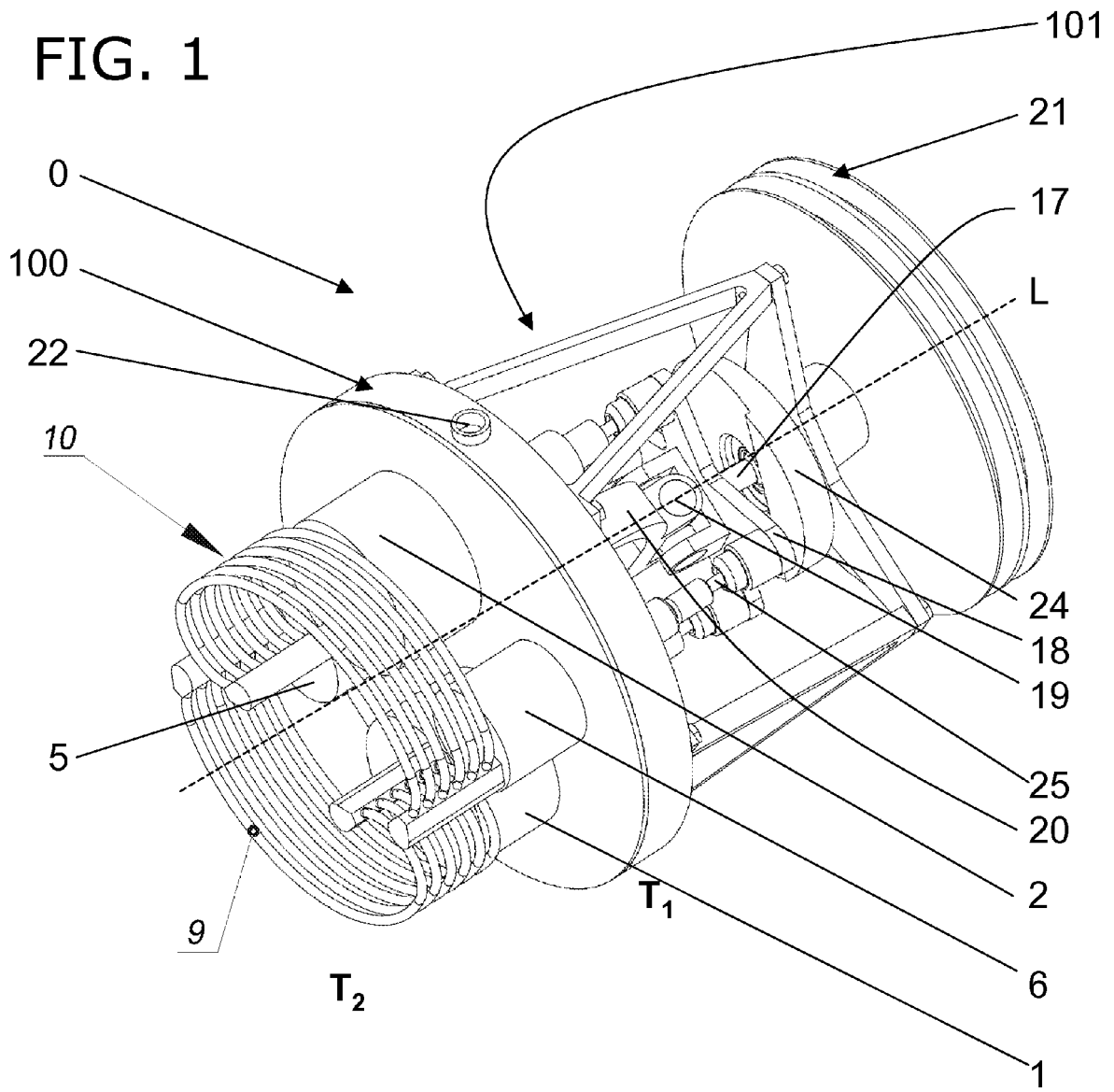


FIG. 3

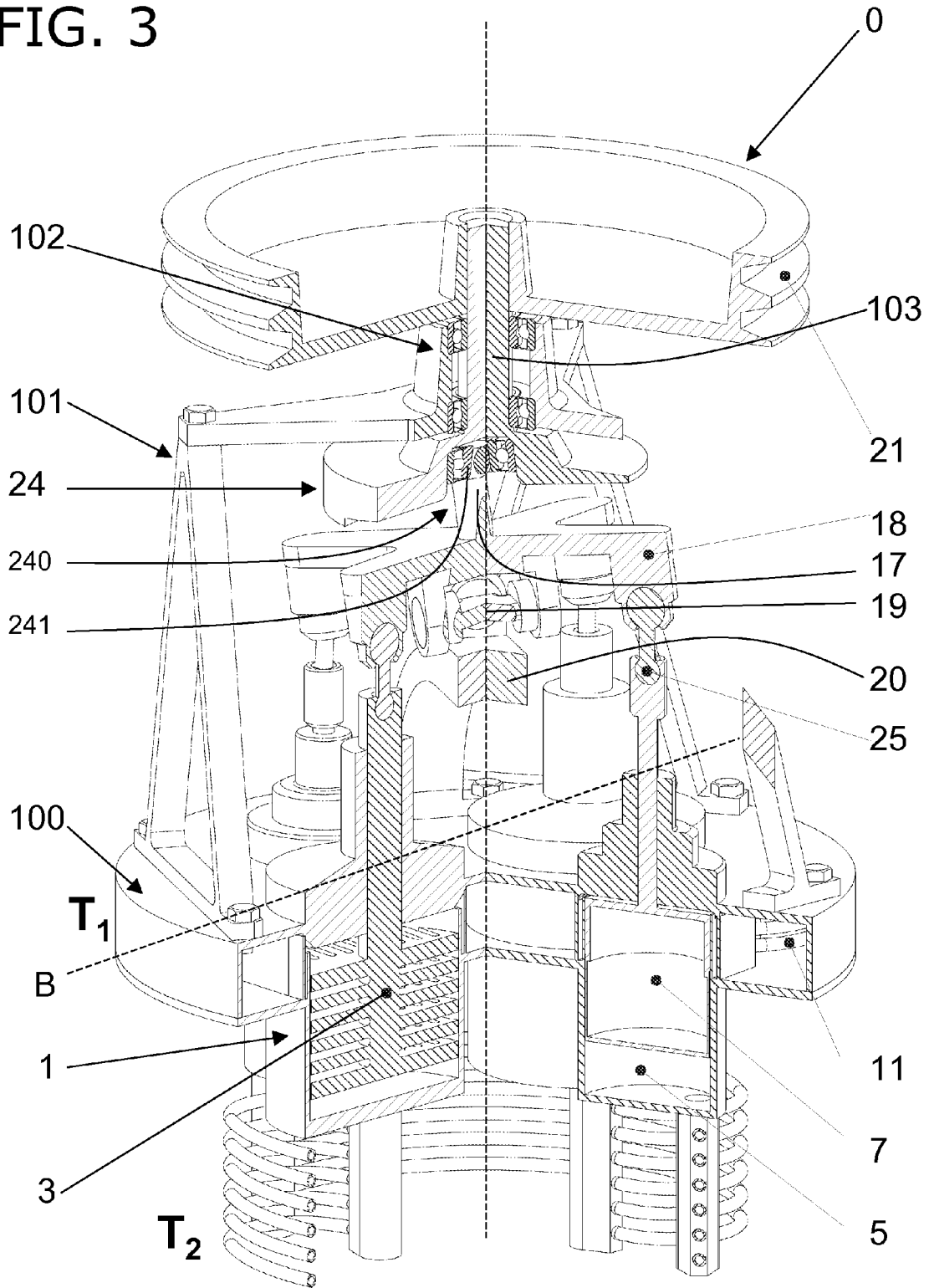


FIG. 4

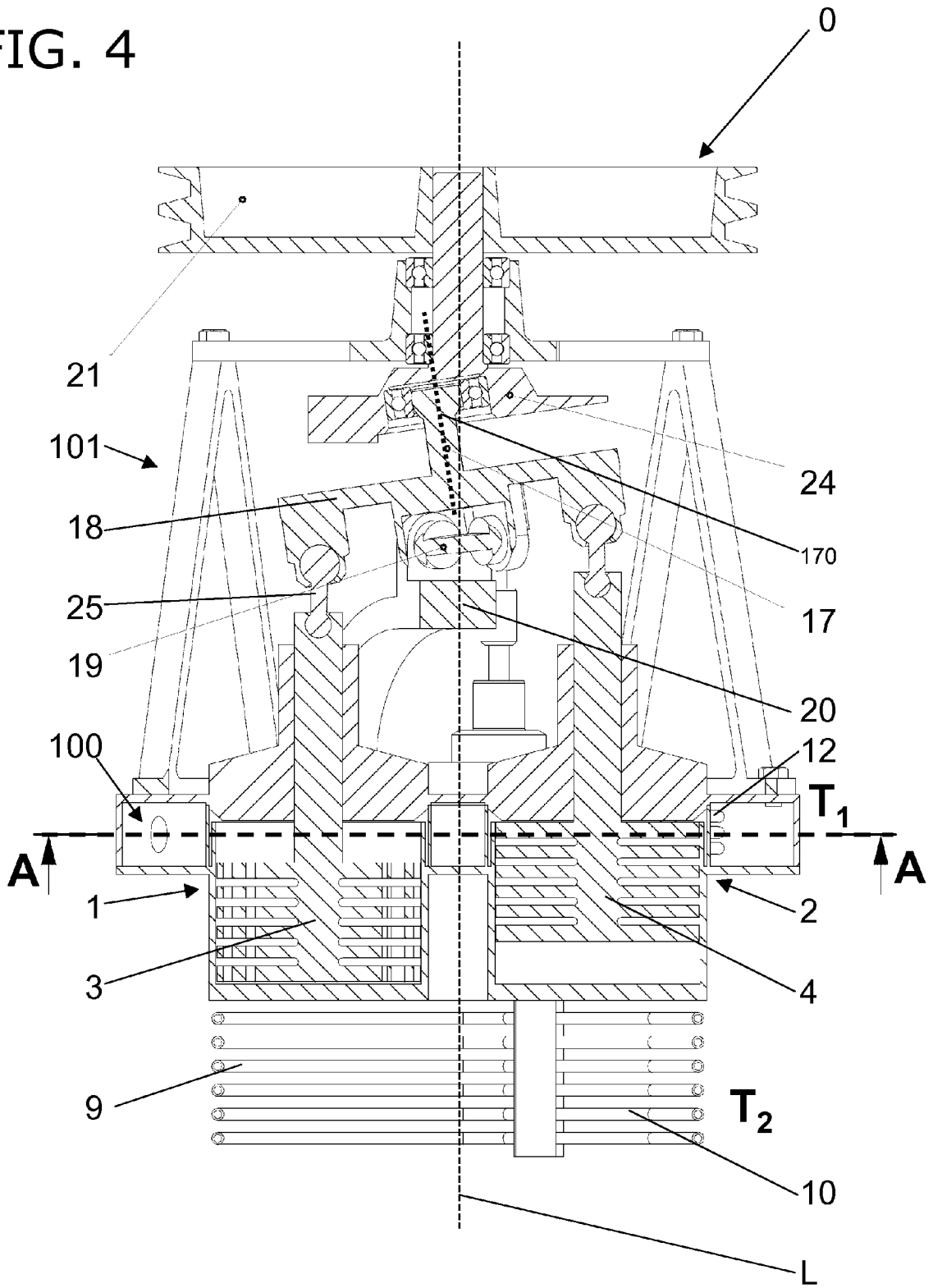


FIG. 5

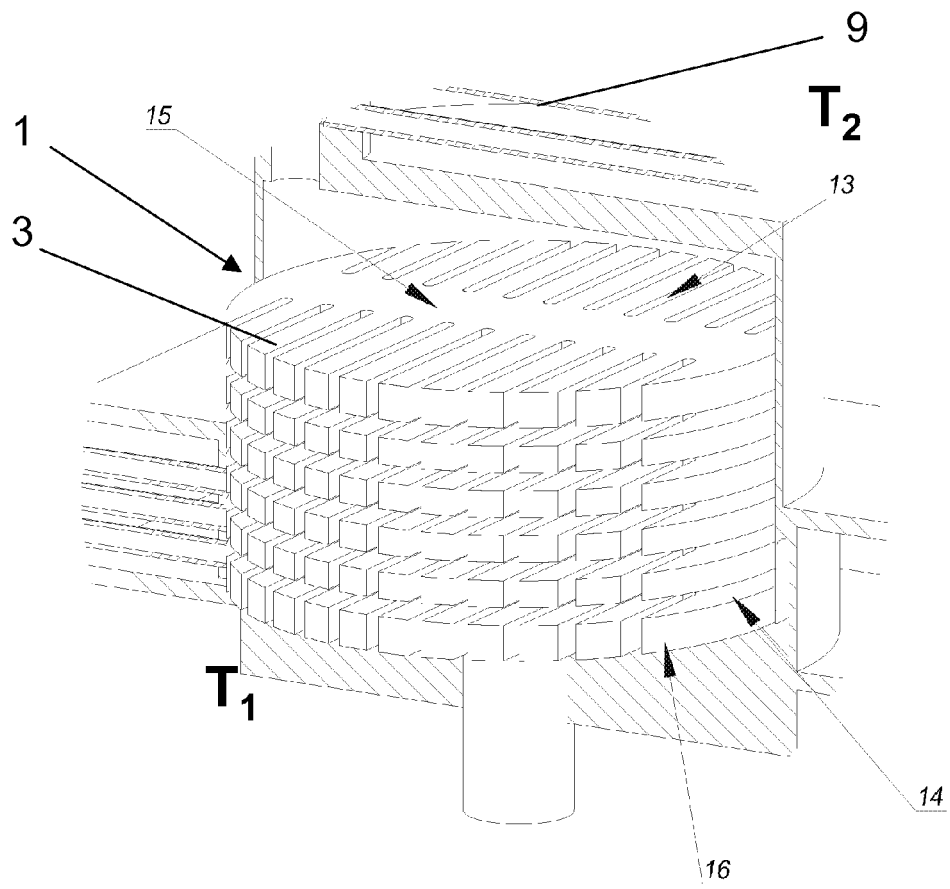


FIG. 6

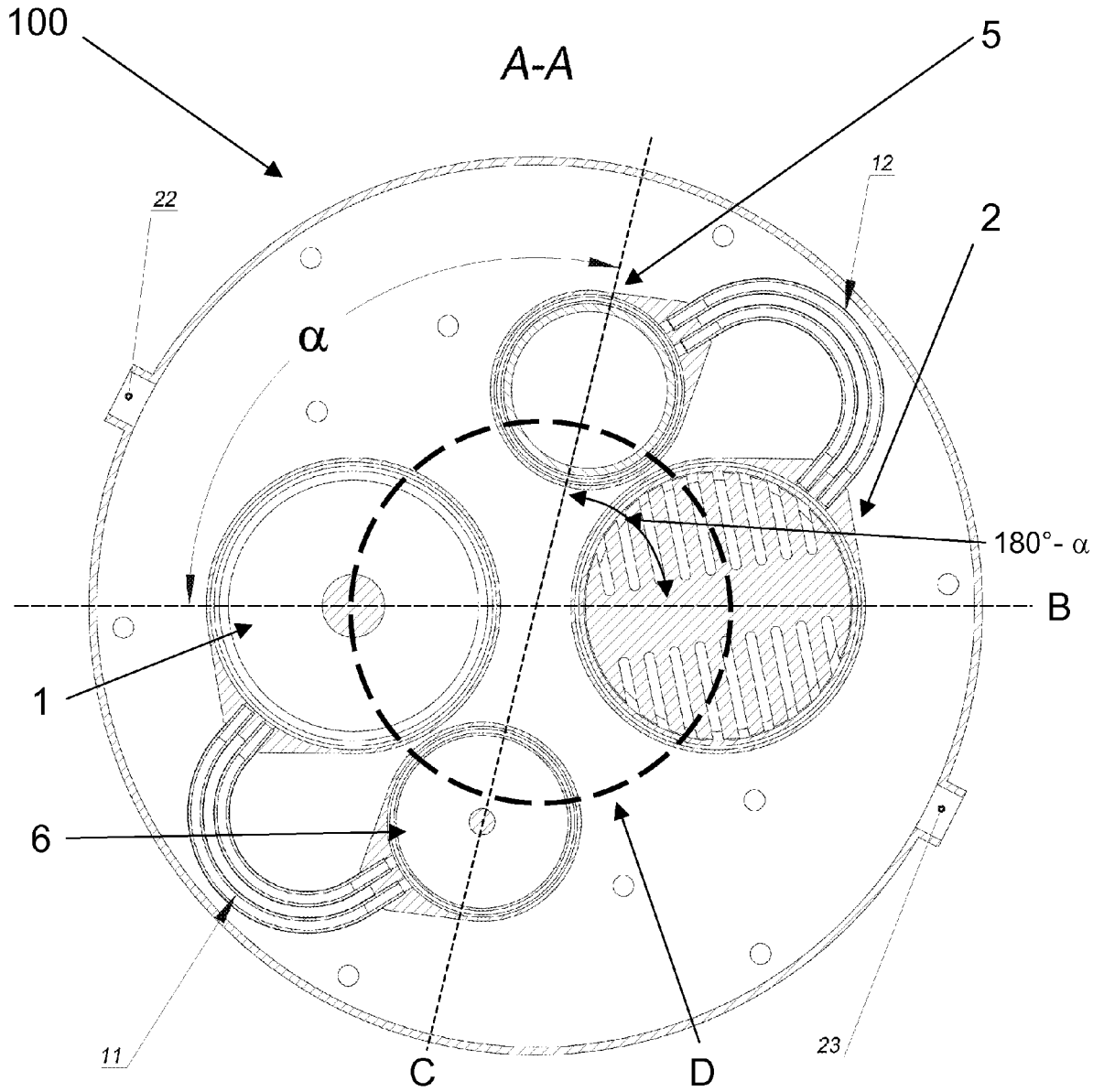


FIG. 7a

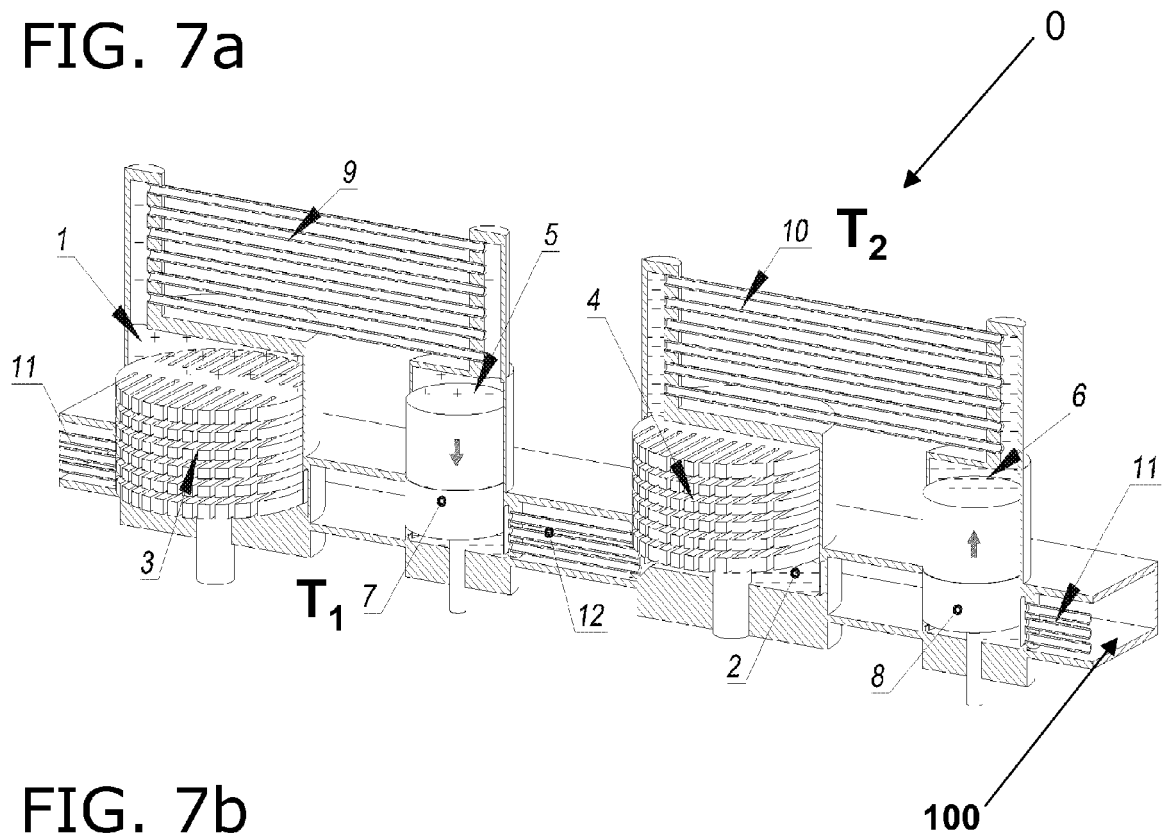


FIG. 7b

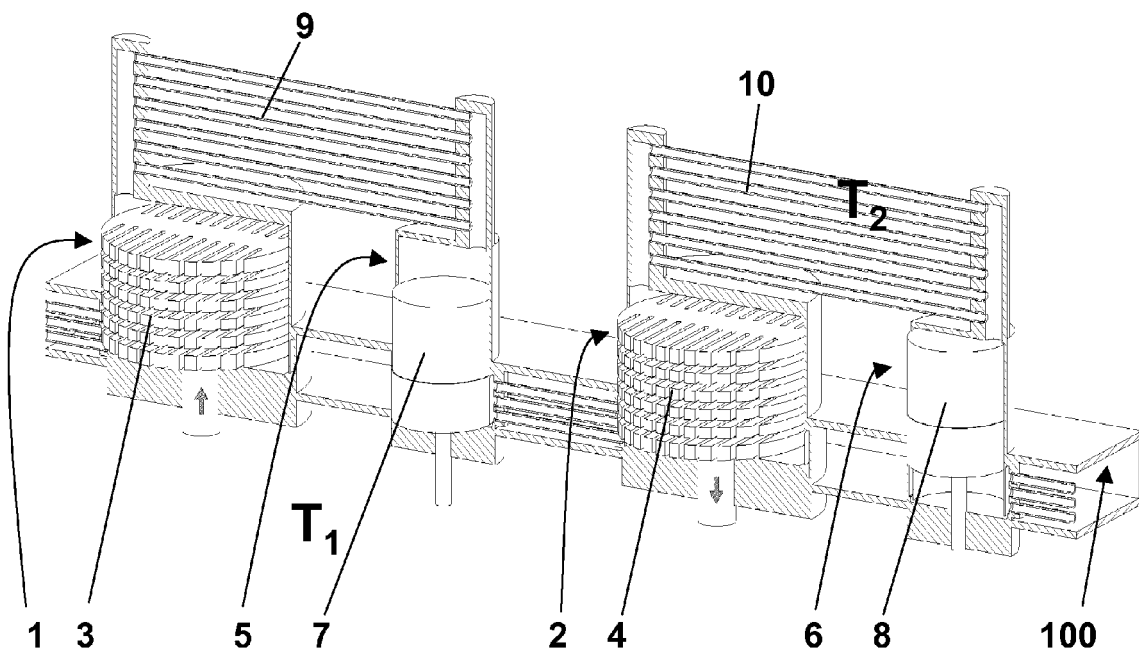


FIG. 7c

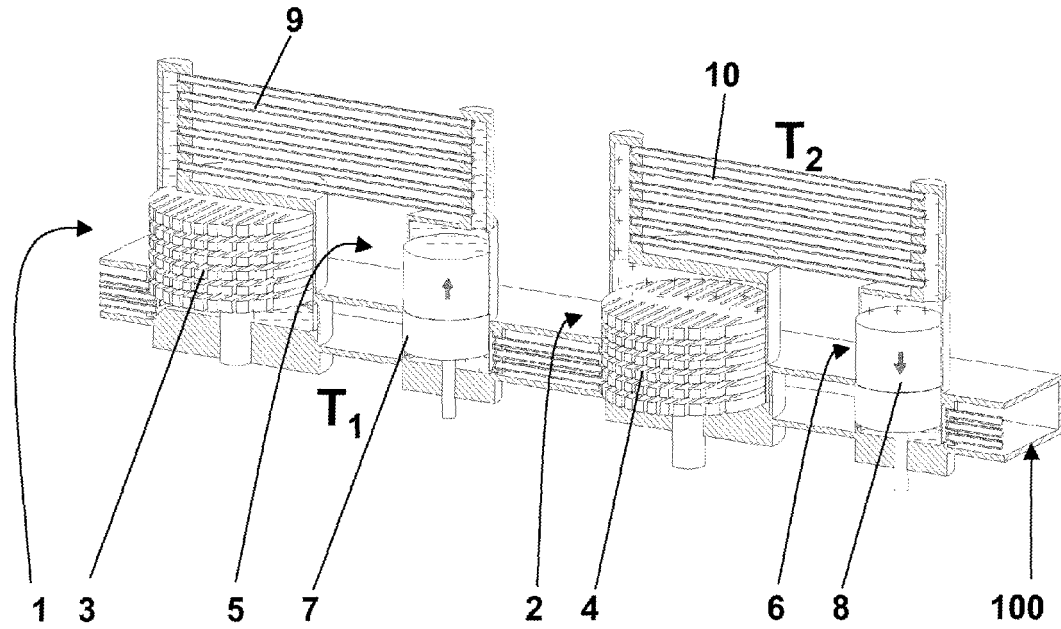


FIG. 7d

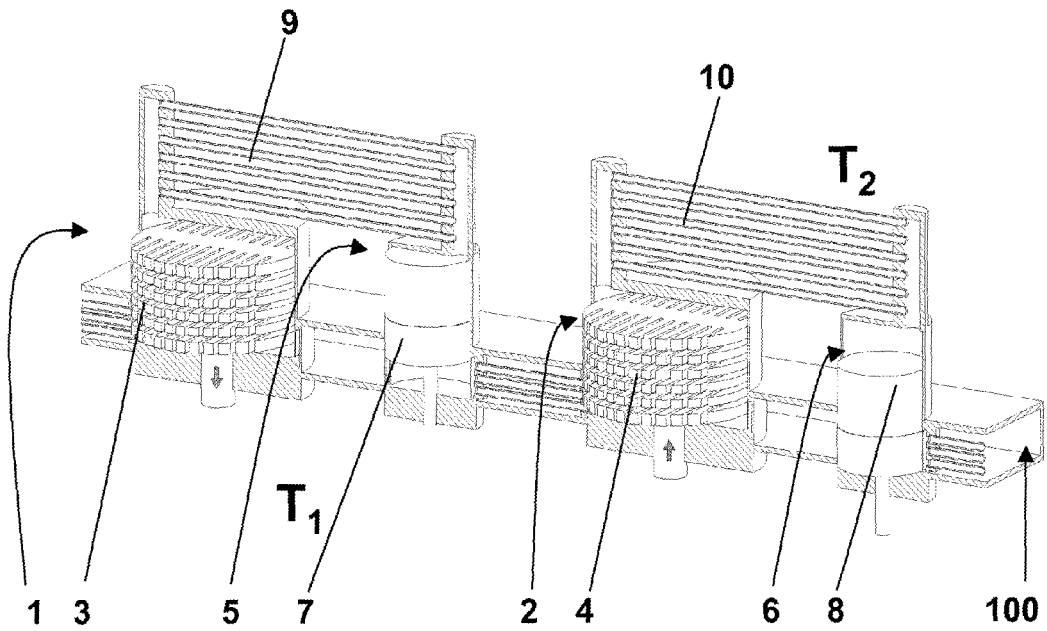


FIG. 8

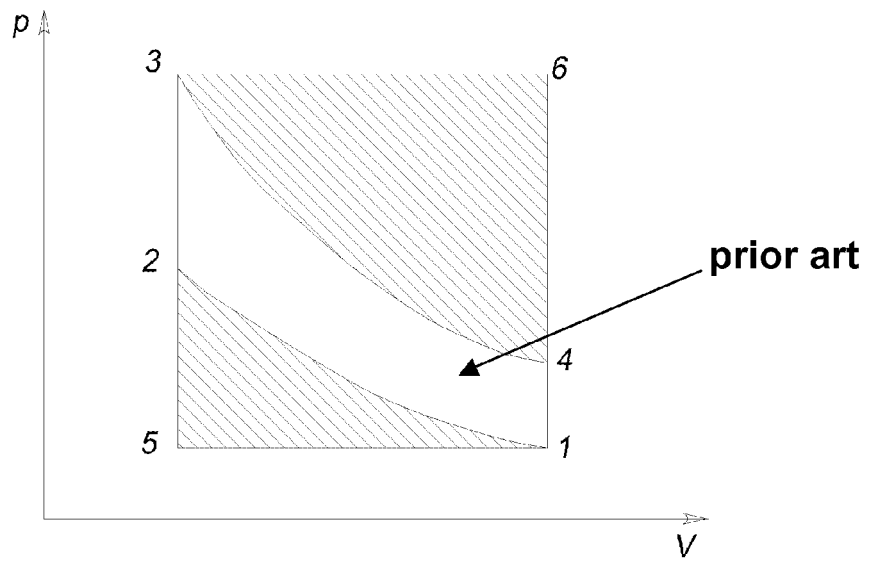


FIG. 9a

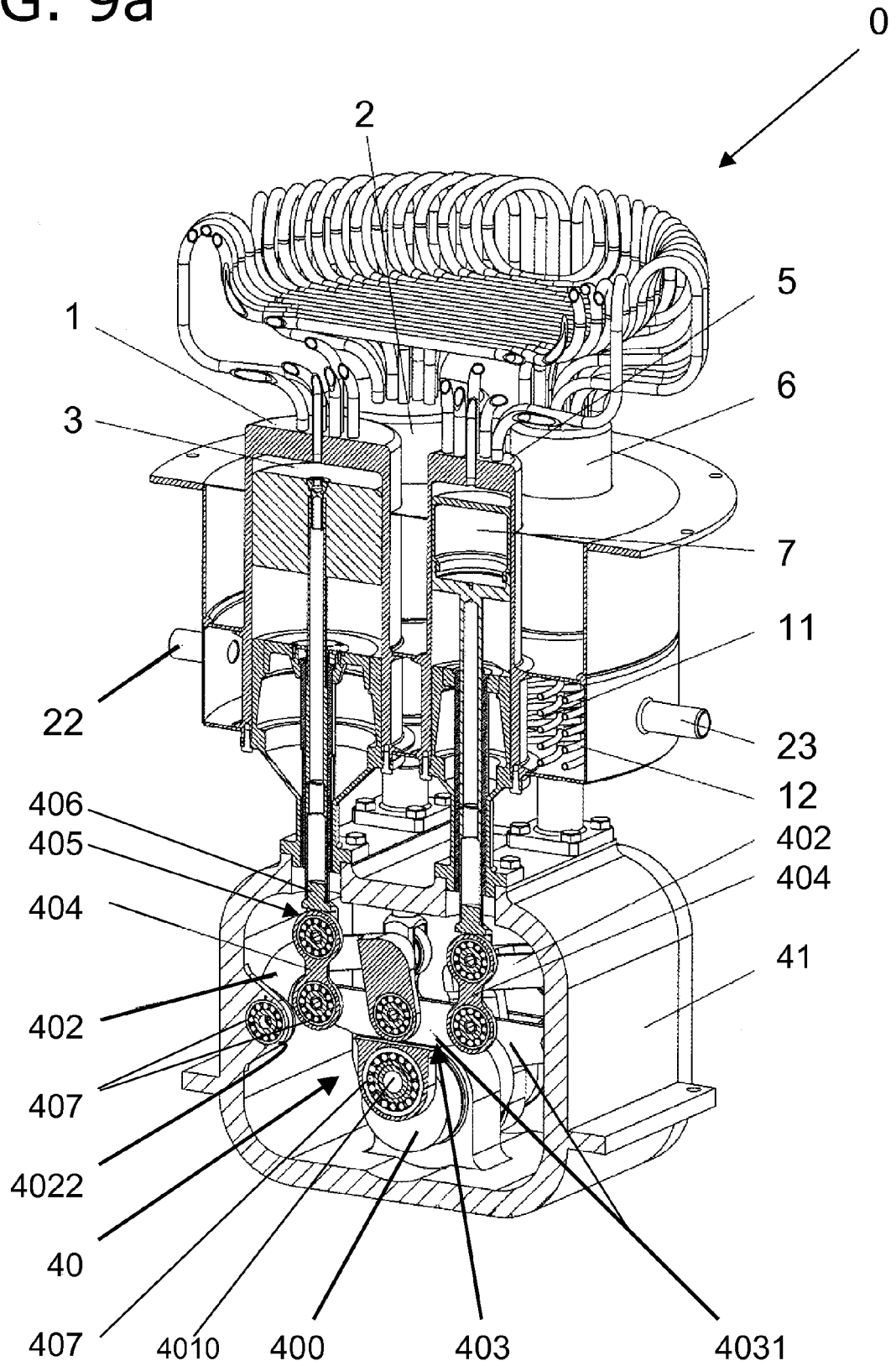


FIG. 9b

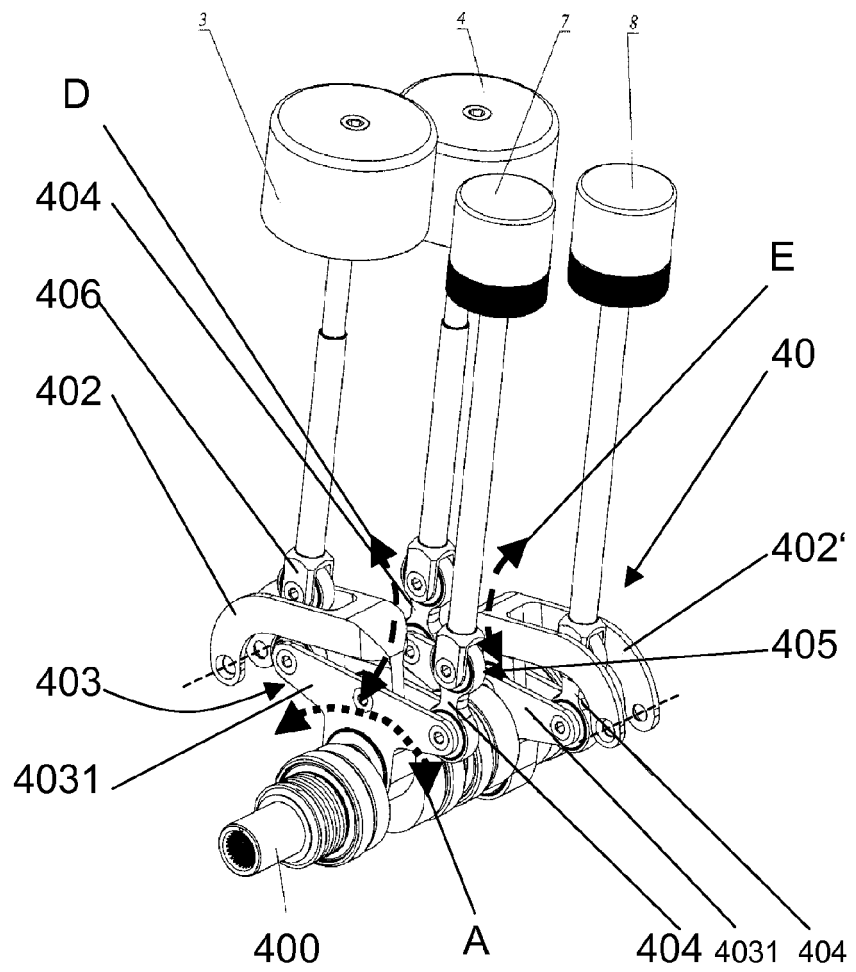


FIG. 10a

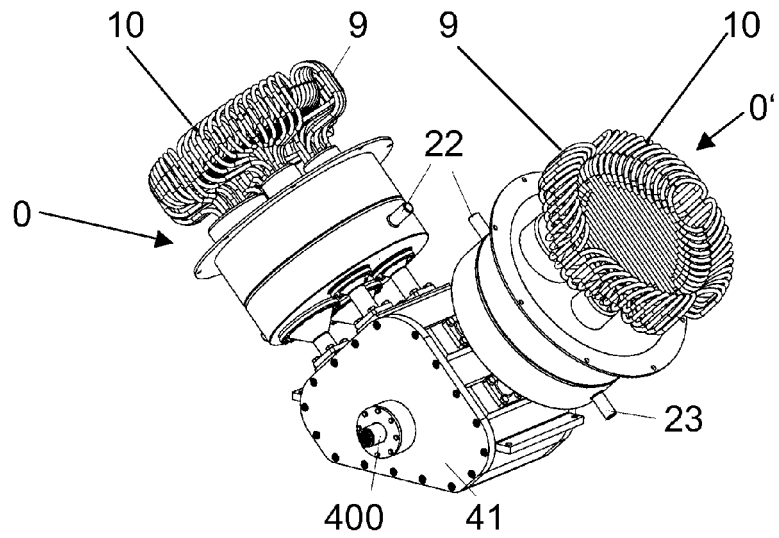


FIG. 10b

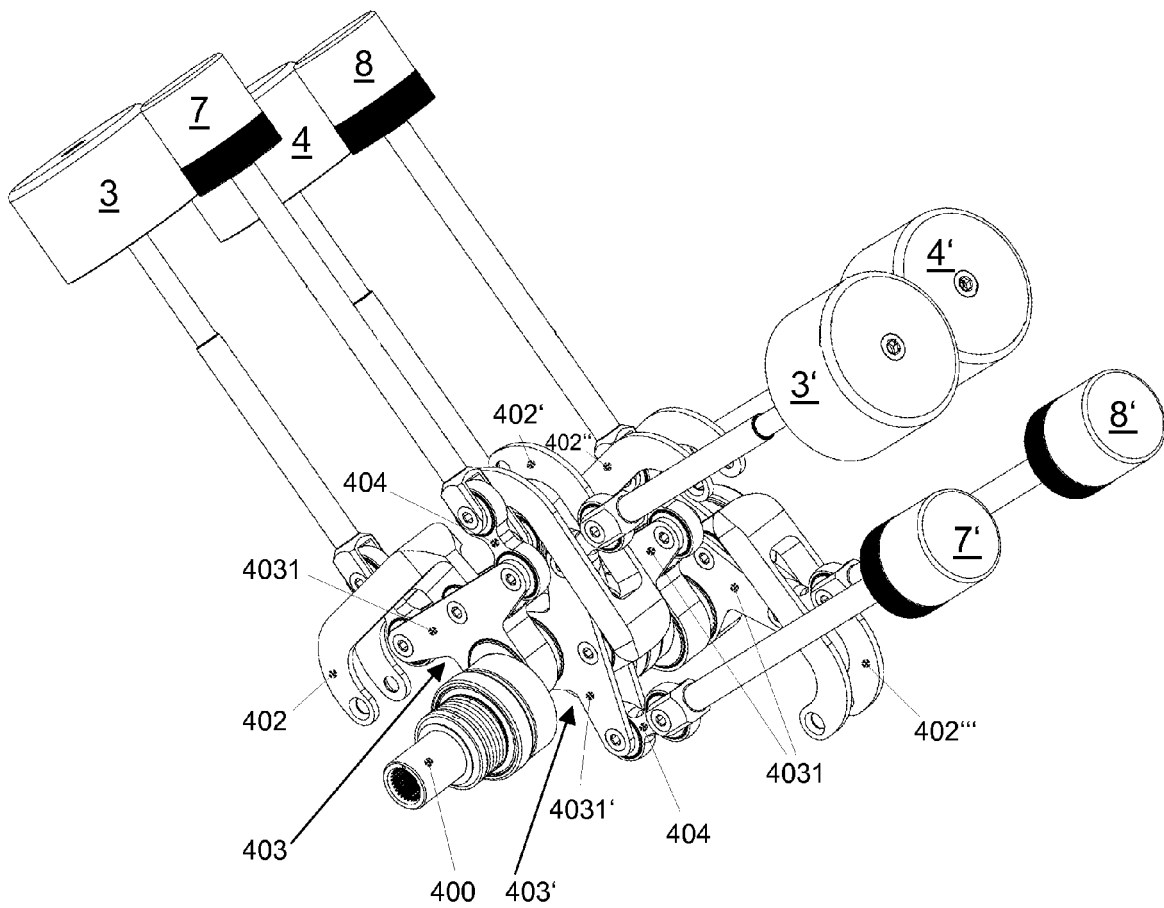
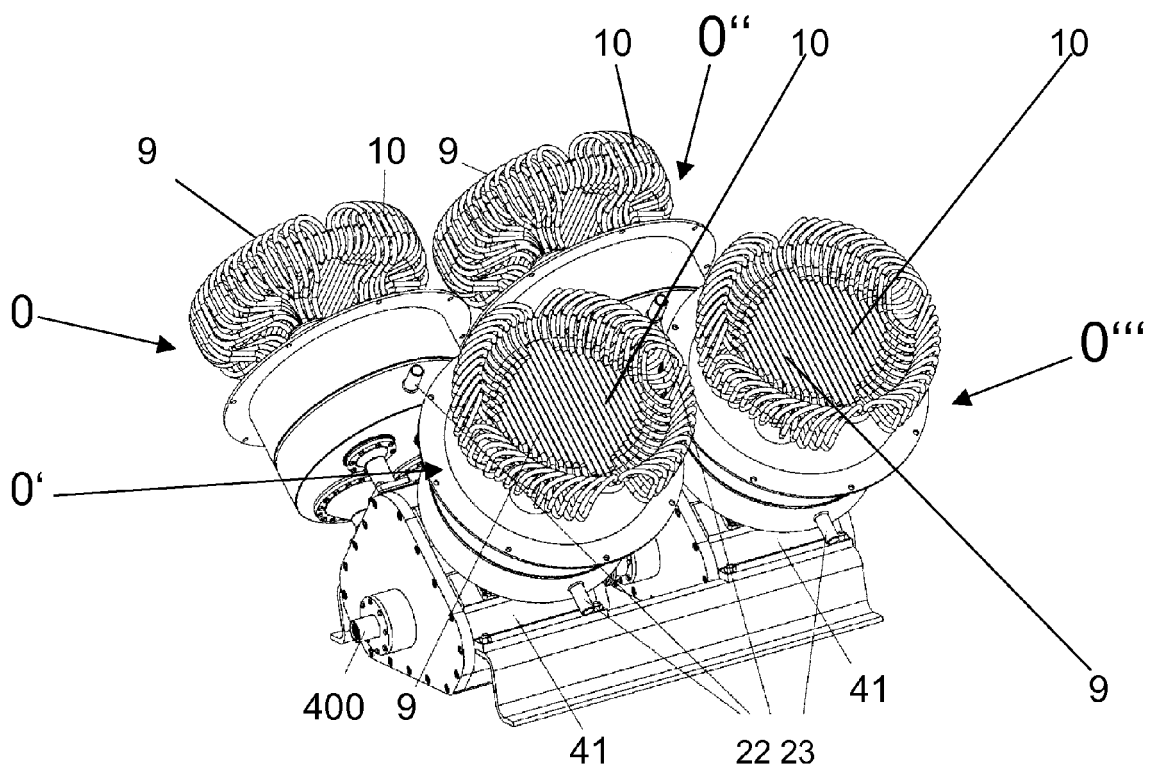


FIG. 11





EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 10 16 4742

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 4 271 669 A (KELLER ARNULF A ET AL) 9. Juni 1981 (1981-06-09) * Spalte 1, Zeile 42 - Zeile 63; Abbildungen 1-3 * * Spalte 3, Zeile 36 - Spalte 4, Zeile 2 * -----	1,13	INV. F02G1/044 F02F3/28
X	US 3 583 155 A (SCHUMAN MARK) 8. Juni 1971 (1971-06-08) * Spalte 1, Zeile 22 - Zeile 37; Abbildungen 1,2 * * Spalte 3, Zeile 1 - Zeile 20 * -----	1,13	
A	DE 11 52 574 B (PHILIPS NV) 8. August 1963 (1963-08-08) * Spalte 4, Zeile 41 - Spalte 6, Zeile 5; Abbildungen 1,2 * -----	1,2	
A	DE 708 442 C (FRIEDRICH RICHARD DIETRICH) 21. Juli 1941 (1941-07-21) * das ganze Dokument * -----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02G F02F
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 20. August 2010	Prüfer Pileri, Pierluigi
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
 ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 10 16 4742

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentedokumente angegeben.

Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
 Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

20-08-2010

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 4271669	A	09-06-1981	AT 362205 B 27-04-1981
			BE 869595 A1 01-12-1978
			CH 635166 A5 15-03-1983
			DE 2736472 A1 15-02-1979
			FR 2400123 A1 09-03-1979
			GB 2002457 A 21-02-1979
			JP 54052244 A 24-04-1979
			NL 7808002 A 14-02-1979
			SE 437697 B 11-03-1985
			SE 7808292 A 13-02-1979

US 3583155	A	08-06-1971	KEINE
-----	-----	-----	-----
DE 1152574	B	08-08-1963	KEINE
-----	-----	-----	-----
DE 708442	C	21-07-1941	KEINE
-----	-----	-----	-----

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

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 0850353 A [0004] [0006]