

(19)



Europäisches
Patentamt
European
Patent Office
Office européen
des brevets



(11)

EP 2 133 543 A2

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:
16.12.2009 Patentblatt 2009/51

(51) Int Cl.:
F02G 1/044 (2006.01)

(21) Anmeldenummer: 09159508.2

(22) Anmeldetag: 06.05.2009

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

(30) Priorität: 06.05.2008 CH 1812008

(71) Anmelder: Haldimann, Ernst
8308 liinau (CH)(72) Erfinder: Haldimann, Ernst
8308 liinau (CH)

(54) Stirlingmotor und Stromerzeugungsanlage mit einem solchen Stirlingmotor

(57) Bei einem Stirlingmotor (S) vom Typ α mit mindestens zwei Arbeitszylindern (1) und mindestens zwei Kompressionszylindern (3) zur Nutzung einer Wärmequelle mit einer Nieder- bis Mitteltemperaturwärme für

ein in diesem zirkulierenden Wärmeträgermedium ist die Anordnung der Arbeitszylinder (1) und der Kompressionszylinder (3) kreuzweise vorgesehen, und zwar derart, dass diese sich jeweils einander gegenüber und rechtwinklig zueinander stehen.

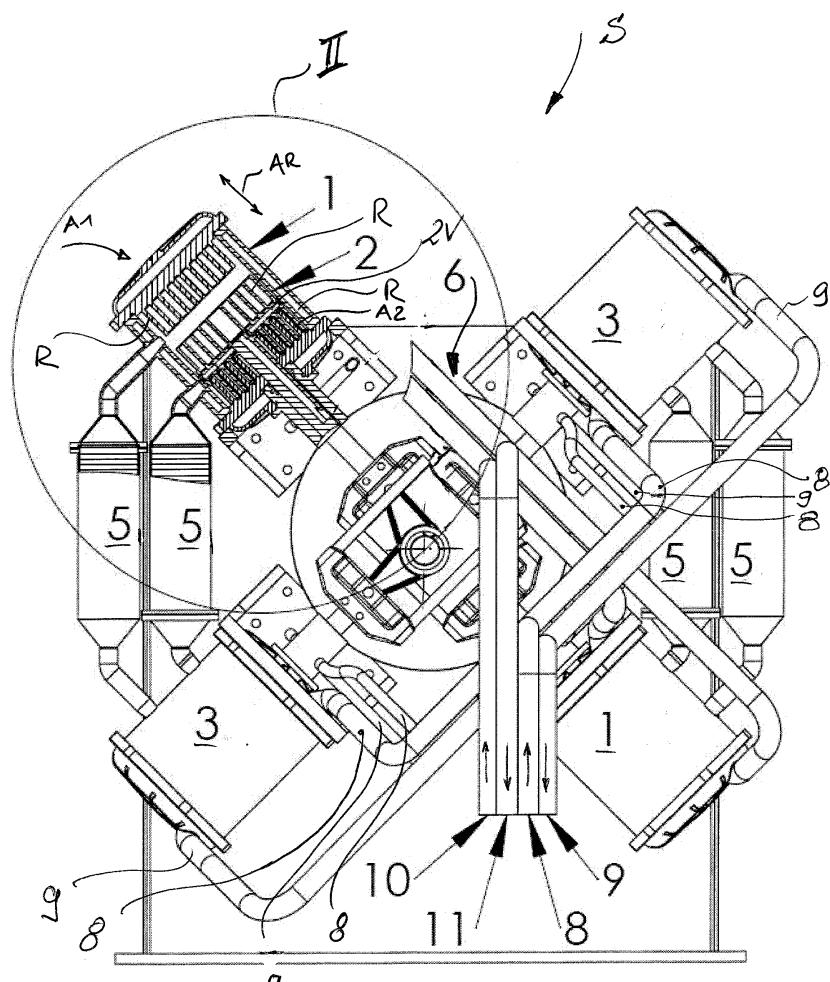


Fig. 1

Beschreibung

Erfindungsgebiet

[0001] Die Erfindung betrifft einen Stirlingmotor vom Typ α mit mindestens zwei Arbeitszylindern und mindestens zwei Kompressionszylindern zur Nutzung einer Wärmequelle mit einer Nieder- bis Mitteltemperaturwärme für ein im Stirlingmotor zirkulierbares Wärmeträgermedium sowie eine Stromerzeugungsanlage hiermit.

Stand der Technik

[0002] Stirlingmotoren sind bereits in einer Vielzahl von Bauformen entwickelt worden. In einer derartigen Wärmekraftmaschine, wird bekanntlich ein abgeschlossenes Arbeitsgas, z.B. Luft oder Helium, von aussen an zwei verschiedenen Bereichen abwechselnd erhitzt und abgekühlt, wodurch mechanische Energie erzeugt wird.

[0003] Eine übliche Bauform ist dabei eine so genannte α -Anordnung oder auch als doppelarbeitende Anordnung bezeichnet. Bei dem α -Typ sind wenigstens zwei Kolben in separaten Zylindern untergebracht und wirken um 90° versetzt auf eine gemeinsame Kurbelwelle. Dabei verrichten beide Kolben je nach Kurbelwellenposition Arbeit oder sie verdrängen oder verdichten das Gas, wobei beide Kolben über einen ortsfesten Regenerator an der jeweiligen Zylinderkopfseite miteinander verbunden sind.

[0004] Damit nun derartige Wärmekraftmaschinen eine angemessene Leistung erbringen, müssen die mit Gas gefüllten Zylinder beispielsweise mit rund 700°C und hohen Drücken gefahren werden, was wiederum hohe Anforderungen an die verwendeten Dichtungen stellt. Um dieses Dichtungsproblem zu verringern, hat man versucht, das Kurbelgehäuse dicht zu verschliessen und unter hohem Druck mit Gas zu füllen.

[0005] Ferner sind Stirlingmotoren mit doppelt wirkenden Kolben bekannt, welche mit je einer Pleuelstange antreiben, was jedoch einen so genannten Kreuzkopf erforderlich macht. Auch ist in der DE 3 815 606 (**FETTE PETER DIPL ING (DE) 22.12.1988**) eine Gas-Flüssigkeits-Wärmekraftmaschine mit doppelt wirkenden Kolben beschrieben, die bei tieferen Temperaturen betrieben werden kann, jedoch ist diese aufwendig aufgebaut und benötigt eine Vielzahl von Umwälzpumpen als Hilfsaggregate.

Aufgabe der Erfindung

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, einen einfach aufgebauten und wartungsarmen Stirlingmotor mit möglichst einheitlichen Komponenten zu schaffen, der bei Nutzung von Wärmequellen mit einer Nieder- bis Mitteltemperaturwärme noch eine brauchbare Leistung, insbesondere im Zusammenhang mit einer Stromerzeugungsanlage, erbringen kann. Nieder- und Mitteltemperaturwärme entsprechen in diesem Zusammenhang Be-

reichen zwischen 70 und 250 Grad Celsius.

Lösung der Aufgabe

5 **[0007]** Diese Aufgabe wird erfindungsgemäss in einfacher Weise dadurch gelöst, dass eine kreuzweise Anordnung der Arbeitszylinder und der Kompressionszylinder gewählt wird, wobei die Arbeits- beziehungsweise die Kompressionszylinder sich dabei einander gegenüberstehen und rechtwinklig zueinander angeordnet sind.

Vorteile der Erfindung

15 **[0008]** Nach Massgabe der Erfindung ist es besonders zweckmässig, wenn durch die Nutzung einer Wärmequelle mit Nieder- bis Mitteltemperaturwärme das Wärmeträgermedium durch dieses eine Temperatur zwischen 100° bis 200°C , insbesondere über 120°C , erhält.

20 **[0009]** Insbesondere ist es von grossem Vorteil, wenn die Arbeits- und Kompressionszylinder, und da besonders deren Mäntel, Deckel und Böden zur Durchleitung des Wärmeträgermediums doppelwandig ausgebildet sind, wodurch der Temperaturübergang schneller erfolgen kann.

25 **[0010]** Der Temperaturübergang kann auch noch dadurch verbessert werden, indem auf der Innenseite der Deckel und Böden der Arbeits- und Kompressionszylinder eine Vielzahl von Rippen vorgesehen werden, so dass sich hierdurch das Gas in den Zylindern schneller erwärmen beziehungsweise abkühlen kann.

30 **[0011]** Ferner kann der Temperaturübergang noch dadurch erhöht werden, indem die Kolben der Arbeits- und Kompressionszylinder auf ihrer Ober- und Unterseite ebenfalls eine Vielzahl von Rippen besitzen, die derart anzuordnen sind, dass diese im Betriebzustand mit den an den Deckeln und den Böden der jeweiligen Zylinder vorgesehenen Rippen kämmen können.

35 **[0012]** In diesem Zusammenhang ist noch zu erwähnen, dass bei dem doppelt wirkenden erfindungsgemässen Stirlingmotor die Temperaturverhältnisse vorteilhaft vor und hinter jedem Kolben etwa gleich sind.

40 **[0013]** Ferner kann es von Vorteil sein, wenn die Kolben jeweils einen Innenraum für einen Durchfluss des Wärmeträgermediums aufweisen und jeweils eine Kolbenstange besitzen, die für eine Zuführung des Wärmeträgermediums in diesen Innenraum mindestens zwei, vornämlich achsparallele Bohrungen aufweisen, wobei dann die jeweiligen Kolbenstangen in einer Kolbenstangenführung geführt werden sollten, die für eine Zufuhr des Wärmeträgermediums zu den Kolbenstangen mindestens zwei Hohlräume aufweist. Dies hat vor allem auch den Vorteil, dass, obgleich der erfindungsgemässen Stirlingmotor acht Arbeitsräume besitzt, nach aussen nur vier Kolbenstangendichtungen erforderlich sind. Ferner ergibt sich hieraus der Vorteil, dass die Pendel-Wärmeverluste nicht an den Zylinderwänden und an den Kolben entstehen können, sondern lediglich an den im Durch-

messer viel kleineren Kolbenstangen der heissen Zylinder.

[0014] Auch kann es von Vorteil sein, dass die jeweils einander gegenüberliegenden Kolbenstangen mit einem Jochrahmen miteinander verbunden sind, und dass ein dem jeweiligen Jochrahmen zugeordneter Pleuelkopf an einer Seite des Jochrahmens gelagert wird. Damit erfolgt eine Kraftübertragung je Jochrahmen mit nur einem Pleuel auf einen Kurbelzapfen, sodass keine so genannten Kreuzköpfe benötigt werden. Somit ist nur ein Kurbelzapfen vorhanden, der fest mit einem Schwungrad verbunden ist.

[0015] Die bei Stirlingmotoren des Typs α üblichen Regeneratoren sind hier vorteilhaft als Gegenstrom-Wärmespeicher ausgebildet und enthalten Aluminiumtauscher, die eine enge Verrippung aufweisen, weswegen diese kleiner als bei herkömmlichen Stirlingmotoren sein können und dennoch eine effizientere Gastemperatur-Regeneration erreicht wird.

[0016] Auch kann es von Vorteil sein, wenn die Zylinder und die Regeneratoren des erfindungsgemässen Stirlingmotors wärmegedämmt ausgeführt sind, wodurch die möglichen Wärmeverluste nicht unweesentlich verringert werden können.

[0017] Schliesslich genügt es, wenn für eine Zu- und Ableitung des Wärmeträgermediums jeweils nur eine Umwälzpumpe vorgesehen wird.

[0018] Der erfindungsgemäss Stirlingmotor eignet sich besonders gut als Antrieb für eine Stromerzeugungsanlage mit mindestens einem Generator zur Erzeugung von elektrischem Öko-Strom, da hierfür aufgrund seiner erfindungsgemässen Auslegung zur Erwärmung des Wärmeträgermediums alternative Wärmequellen eingesetzt werden können, und zwar wie insbesondere Sonnenkollektoren, die nicht unbedingt dem Sonnenstand nachgeführt werden müssen, Biogas- sowie Deponiegasheizkessel, Biomassenfeuerungsanlagen (Pellets-, Schnitzel-, Stückholz-, Strohfeuerungsanlagen) sowie Abwärme produzierende Anlagen mit Temperaturen über 120° C.

[0019] Dabei ist es zweckmässig, die Stromerzeugungsanlage mit einer elektrischen Asynchronmaschine auszurüsten, indem diese direkt an einen Maschinenständer angeflanscht und mit ihrem Rotor direkt über eine Kupplung an den Stirlingmotor angeschlossen wird, wobei die Asynchronmaschine sowohl als Startermotor wie auch als Generator vorteilhaft eingesetzt werden kann.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0020] Weitere Merkmale und Vorteile ergeben sich aus der nachfolgenden Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform der Erfindung, die ein nicht einschränkendes Beispiel darstellt und in der auf die folgenden Zeichnungen Bezug genommen wird.

Es zeigen

[0021]

- 5 Fig. 1 eine Seitenansicht auf einen erfindungsgemässen Stirlingmotor mit je zwei Arbeits- und Kompressionszylindern, welcher an einem Maschinenständer befestigt ist, teilweise im Schnitt,
10 Fig. 2 eine Ausschnittsvergrösserung eines Bereiches II gemäss Fig. 1 in einem vergrösserten Massstab und
Fig. 3 eine weitere Seitenansicht auf den Stirlingmotor gemäss Fig. 1.

15 Detaillierte Beschreibung einer bevorzugten Ausführungsform

- [0022]** Der in Fig. 1 in einer vereinfachten Seitenansicht, teilweise im Schnitt gezeigte Stirlingmotor S besitzt 20 zwei doppelt wirkende Arbeitszylinder 1 mit je einem Arbeitskolben 2 sowie zwei doppelt wirkende Kompressionszylinder 3 mit je einem Kompressionskolben 4. Doppelwirkend bedeutet, dass beispielsweise der Arbeitszylinder 1 zwei Arbeitsräume, nämlich einen ersten Arbeitsraum A1 und einen zweiten Arbeitsraum A2 aufweist, der durch einen den Arbeitskolben 2 geteilt ist. Der Arbeitskolben 2 besteht wiederum aus einem Verdränger 2V und einer an den Verdränger 2V anschliessenden Kolbenstange 12. An die jeweiligen Arbeitsräume A1 und 25 A2 schliessen sich die Regeneratoren 5 an. Die doppelwirkende Ausführung gilt auch für die Kompressionszylinder 3 sowie den weiteren Arbeitszylinder 1.

- [0023]** Hierbei sind die Arbeitszylinder 1 und die Kompressionszylinder 3 kreuzweise angeordnet, und zwar 30 derart, dass sich die Arbeitszylinder 1 einerseits und die Kompressionszylinder 3 andererseits einander gegenüberstehen und rechtwinklig zueinander angeordnet sind. Dieses Bauprinzip vervielfacht vorteilhaft die Arbeitsfläche und es ergeben sich daraus vier Arbeitssysteme, bei denen die jeweiligen Arbeitskolben 2 und 35 Kompressionskolben 4 die Arbeitszylinder 1 und Kompressionszylinder 3 in getrennte Räume unterteilen.

- [0024]** Bei den Arbeitszylindern 1 handelt es sich jeweils um so genannte warme Zylinder und bei den Kompressionszylindern 3 um so genannte kalte Zylinder. Bei 40 beiden Zylindertypen sind zum Zwecke einer Durchleitung eines Wärme- beziehungsweise Kältemediums die Zylinder doppelwandig ausgeführt, dass heisst sowohl der Zylindermantel als auch sein Deckel und Boden sind 45 doppelwandig ausgebildet, was insbesondere aus Fig. 2 hervorgeht.

- [0025]** Ferner sind bei jedem Zylindertyp (Arbeitszylinder 1, Kompressionszylinder 3) auf der Innenseite des 50 Deckel- und Bodenbereichs eine Vielzahl von in Arbeitsrichtung (Pfeil AR) verlaufenden Rippen R vorgesehen, welche zusätzlich einen Wärme- beziehungsweise Kälteübergang beschleunigen sollen.

- [0026]** Sowohl der Arbeitskolben 2 als auch der Kom-

pressionskolben 4 wiederum besitzen auf ihren Ober- und Unterseiten ebenfalls eine Vielzahl von in Arbeitsrichtung AR zeigender Rippen R, wobei diese so angeordnet sind, dass sie im Betriebszustand mit den am jeweiligen Zylinderdeckel und -boden vorgesehenen Rippen R berührungslos kämmen können.

[0027] Ferner umfasst der erfindungsgemäße Stirlingmotor Regeneratoren 5, die als Gegenstrom-Wärme-speicher derart ausgebildet sind, dass sie Aluminiumtauscher enthalten, die eine relativ enge Verrippung aufweisen.

[0028] Das mit 6 bezeichnete Kurbelgetriebe steht mit einem Schwungrad 7 in Verbindung, wobei ein Kurbelzapfen mit zwei Pleuel mit einem Kolbenpaar zusammenarbeitet, deren jeweilige Kolbenstange mittels eines Jochrahmens miteinander verbunden sind. Bei diesem Bauprinzip erübrigen sich die bisher notwendig gewesenen so genannten Kreuzköpfe, wodurch ein besonders leistungsfähiger, leiser und vibrationsfreier Motorbetrieb gewährleistet ist.

[0029] Die Wärmezufuhr des Wärmeträgermediums erfolgt über eine Wärmezuleitung 10 zu den jeweiligen Arbeitszylindern 1. Dabei teilt sich die Wärmezuleitung 10 auf, so dass zum einen die Zufuhr in den Kolben 2 und zum anderen die Zufuhr in den Arbeitszylinder 1 erfolgen kann, wobei Letztere in eine Doppelwandung DW sowie den doppelwandigen Deckel und Boden (in den Zeichnungen nicht näher dargestellt) des Arbeitszylinders 1 strömt. Die Ableitung erfolgt über eine Wärmeableitung 11.

[0030] Eine Kältezufuhr mittels eines Kältemediums erfolgt direkt zu den Kompressionszylindern 3, und zwar über die Kaltzuleitung 8. Auch hier teilt sich die Kaltzuleitung auf, sodass zum einen die Zufuhr in den Kompressionskolben 4 und zum anderen die Zufuhr in den Kompressionszylinder 3 erfolgen kann, wobei Letztere in eine Doppelwandung sowie den doppelwandigen Deckel und Boden (in den Zeichnungen nicht näher dargestellt) des Kompressionszylinders 1 strömt. Die Ableitung erfolgt über eine Kälteableitung 9.

[0031] Der erfindungsgemäße Stirlingmotor ist an einem Maschinengestell 14 befestigt und besitzt - wie in Fig. 3 angedeutet - eine Kupplung 15, an die zum Beispiel eine nicht näher dargestellte elektrische Asynchronmaschine angeschlossen und als Startermotor oder als Generator verwendet werden kann.

Funktionsweise

[0032] Zum Starten der nach dem Stirling- α -Prinzip arbeitenden Wärmekraftmaschine wird mit dem Wärmeträgermedium über die Wärmezuleitung 10 den Arbeitszylindern 1 (doppelwandigen Boden, Deckel und Wandungen sowie des Arbeitskolbens 2) Wärme zugeführt. Als Wärmeträgermedium kommen beispielsweise Wasser oder Öl in Betracht). Die Temperatur (Vorlauf) beträgt ca. 100-200 Grad Celsius.

[0033] Da die Arbeitsflächen innerhalb des Arbeitszy-

linders 1 wesentlich vergrößert sind, wird der Wärmeübergang auf ein im System befindliches Arbeitsgas (beispielsweise Luft oder CO₂, bei einem Gasdruck von 20 bar) wesentlich verbessert.

[0034] Nach Erreichen der Arbeitstemperatur wird die Anlage mit einem Anschub über die über die Kupplung 15 und das damit gekoppelte Kurbelgetriebe 6 zusammen mit dem Schwungrad 7 zum Laufen gebracht. Nach kurzer Zeit wird eine Arbeitsdrehzahl von ca. 1000 U/min erreicht.

[0035] Ferner wird gleichzeitig über die Zuleitung 8 und die entsprechende Kolbenstangenführung 13 das Kältemedium (z.B. Wasser: Zulauf 25°C; Ablauf 35°C) zugeführt, wobei sowohl das Wärmeträgermedium als auch das Kältemedium jeweils mit z.B. 3000 l/h umlaufen kann.

[0036] Bei einem Kolbendurchmesser der Kolben (Arbeitskolben 2 beziehungsweise Kompressionskolben 4) von zum Beispiel 160 mm und einem Kolbenhub von 60 mm ist die Arbeitsgasmenge pro Arbeitssystem relativ klein, sodass demzufolge die Regeneratoren 5 ebenfalls relativ klein gehalten werden können.

[0037] Nach dem angegebenen Start des erfindungsgemäßen Stirlingmotors baut sich allmählich ein Kolbenüberdruck auf (z.B. im Mittel 4 bar) und der Stirlingmotor dreht mit eigener Kraft in bekannter Weise nach dem Stirling- α -Prinzip weiter und kann sodann über die Kupplung 15 (Fig. 3) eine mechanische Leistung (z.B. von 9 KW) abgeben.

30

Bezugszeichenliste

[0038]

35	1	Arbeitszylinder (warm)
	2	Arbeitskolben (warm) 2V Verdränger
	3	Kompressionszylinder (kalt)
	4	Kompressionskolben (kalt)
	5	Regenerator
40	6	Kurbelgetriebe
	7	Schwungrad
	8	Kaltzuleitung
	9	Kältableitung
	10	Warmzuleitung
45	11	Warmableitung
	12	Kolbenstange
	13	Kolbenstangenführung
	14	Maschinenständer
	15	Kupplung
50	R	Rippen
	DW	Doppelwandung
	S	Stirlingmotor
	AR	Arbeitsrichtung
	A1	Arbeitsraum
55	A2	Arbeitsraum

Patentansprüche

1. Stirlingmotor vom Typ a mit mindestens zwei Arbeitszylindern (1) und mindestens zwei Kompressionszylindern (3) zur Nutzung einer Wärmequelle mit einer Nieder- bis Mitteltemperaturwärme, d.h. 70 bis 250°C, für ein im Stirlingmotor (S) zirkulierbares Wärmeträgermedium, **gekennzeichnet durch** eine kreuzweise Anordnung der Arbeitszylinder (1) und der Kompressionszylinder (3), bei der sich die Arbeits- bzw. Kompressionszylinder jeweils einander gegenüber und die Arbeitszylinder rechtwinklig zu den Kompressionszylindern stehen.
2. Stirlingmotor nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** durch die Nutzung der Wärmequelle mit der Nieder- bis Mitteltemperaturwärme das Wärmeträgermedium eine Temperatur zwischen 100 bis 200°C, insbesondere 120°C, aufweist.
3. Stirlingmotor nach Ansprüchen 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** die die Arbeitszylinder (1) und die Kompressionszylinder (3) jeweils Arbeitskolben (2) bzw. Kompressionskolben (4) aufweisen, welche die Arbeitszylinder (1) und die Kompressionszylinder (3) in je zwei getrennte Arbeitsräume (A1, A2) unterteilen.
4. Stirlingmotor nach Anspruch 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitszylinder (1) und die Kompressionszylinder (3), insbesondere deren Mäntel, Deckel und Böden, zur Durchleitung des Wärmeträgermediums doppelwandig ausgebildet sind.
5. Stirlingmotor nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet, dass** auf den Innenseiten der Deckel und Böden der Arbeitszylinder (1) und Kompressionszylinder (3) eine Vielzahl von in Kolbenarbeitsrichtung (AR) verlaufende Rippen (R) vorgesehen sind.
6. Stirlingmotor nach Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitskolben (2) beziehungsweise Kompressionskolben (4) der Arbeitszylinder (1) und Kompressionszylinder (3) auf ihrer Ober- und/oder Unterseite eine Vielzahl von Rippen (R) aufweisen, die derart angeordnet sind, dass im Betriebszustand diese mit den an den Deckeln und Böden der jeweiligen Zylinder vorgesehenen Rippen (R) kämmen.
7. Stirlingmotor nach Anspruch 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitskolben (2) beziehungsweise Kompressionskolben (4) jeweils einen Innenraum für einen Durchfluss des Wärmeträgermediums aufweisen.
8. Stirlingmotor nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Arbeitskolben (2) bzw. Kompressionskolben (4) jeweils eine Kolbenstange (12) besitzen, die für eine Zuführung des Wärmeträgermediums in den Innenraum des Arbeitskolbens (2) beziehungsweise Kompressionskolben (4) mindestens zwei achsparallele Bohrungen aufweisen.
9. Stirlingmotor nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** die jeweiligen Kolbenstangen (12) in einer Kolbenstangenführung (13) geführt sind, die für eine Zufuhr des Wärmeträgermediums zu den Kolbenstangen (12) mindestens zwei Hohlräume aufweist.
10. Stirlingmotor nach Anspruch 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die jeweils einander gegenüberliegenden Kolbenstangen (12) mit einem Jochrahmen fest miteinander verbunden sind.
11. Stirlingmotor nach Anspruch 10, **dadurch gekennzeichnet, dass** ein dem jeweiligen Jochrahmen zugeordneter Pleuelkopf an einer Seite des Jochrahmens gelagert ist.
12. Stirlingmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 11, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Stirlingmotor (S) Regeneratoren (5) aufweist, die als Gegenstrom-Wärmespeicher ausgebildet sind.
13. Stirlingmotor nach Anspruch 12, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Regeneratoren (5) Aluminiumtauscher enthalten, die eine Verrippung aufweisen.
14. Stirlingmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 13, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Zylinder und die Regeneratoren wärmegedämmt ausgeführt sind.
15. Stirlingmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 14, **dadurch gekennzeichnet, dass** für eine Zu- und Ableitung des Wärmeträgermediums jeweils eine Umwälzpumpe vorgesehen ist.
16. Stromerzeugungsanlage mit mindestens einem Generator zur Erzeugung von elektrischem Strom und einem Stirlingmotor nach einem der Ansprüche 1 bis 15 als Antrieb, **dadurch gekennzeichnet, dass** zur Erwärmung des Wärmeträgermediums Wärmequellen wie insbesondere Sonnenkollektoren, Biogaskessel, Biomassenfeuerungsanlagen, Abwärmeeinrichtungen dienen.
17. Stromerzeugungsanlage nach Anspruch 16, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine elektrische Asynchronmaschine direkt an einen Maschinenständer (14) anflanschbar und deren Rotor direkt über eine Kupplung (15) an die Antriebswelle des Stirlingmotors ankuppelbar ist, wobei die Asyn-

chronmaschine sowohl als Startermotor wie auch als
Generator einsetzbar ist

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

55

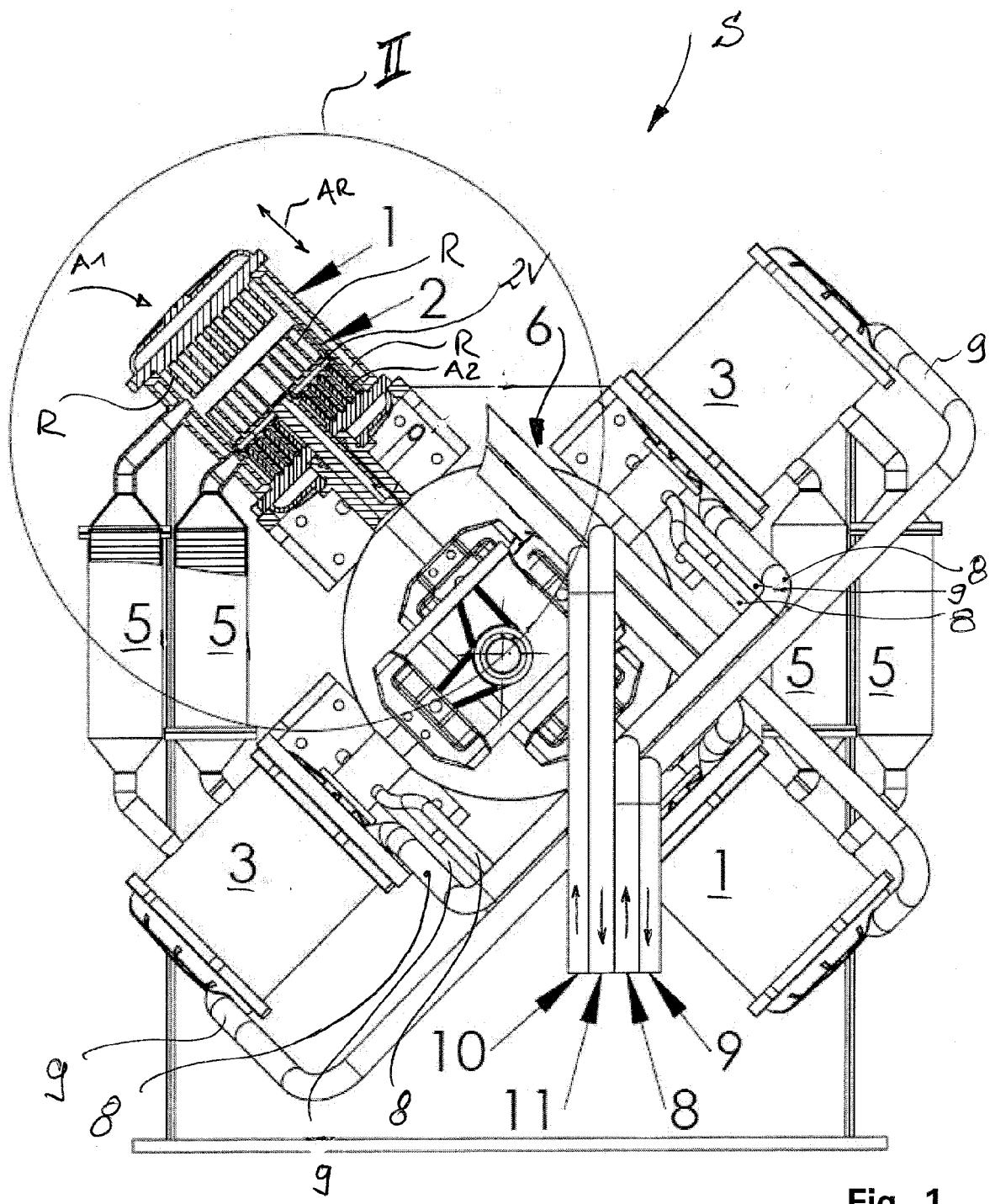


Fig. 1

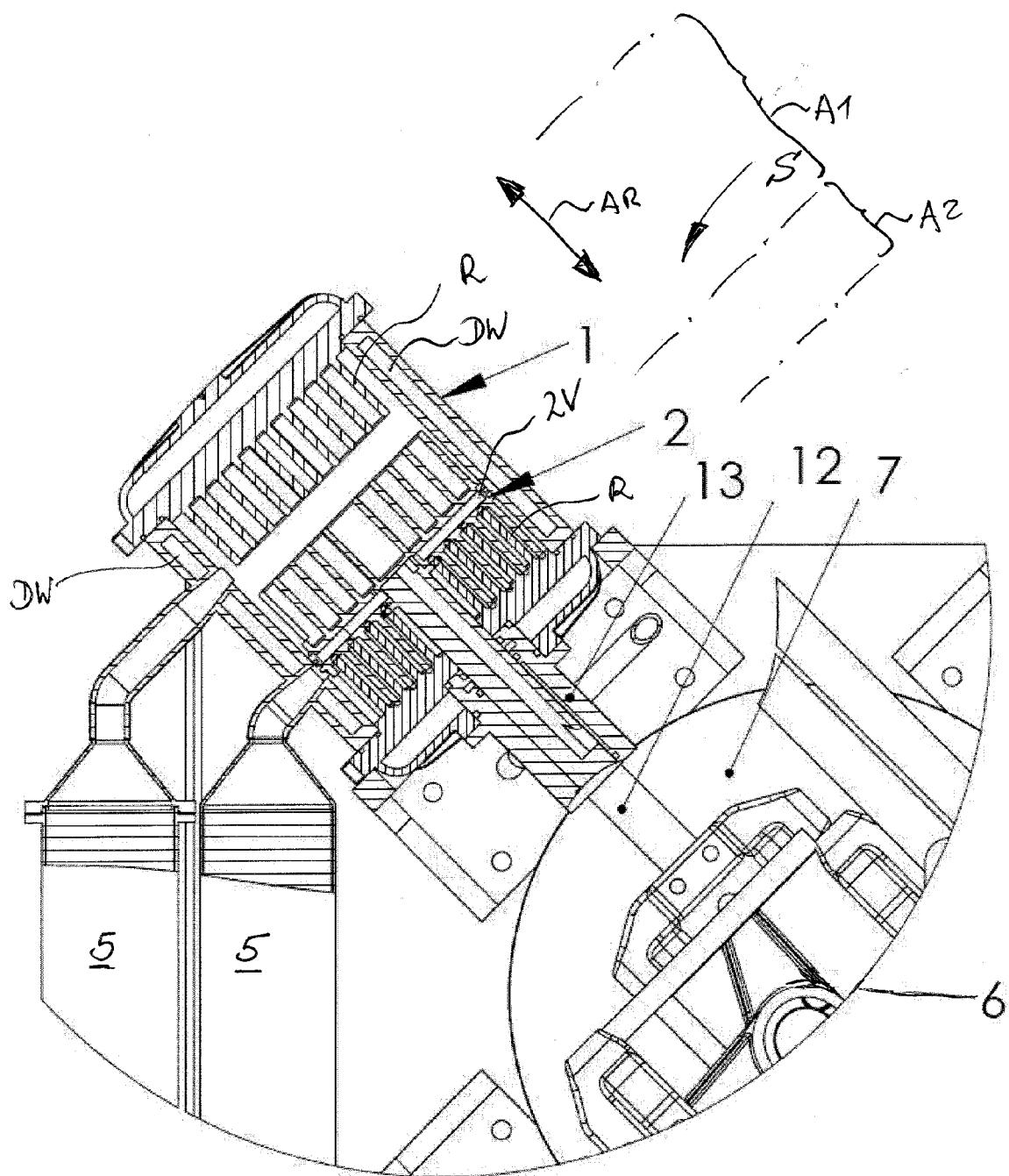


Fig. 2

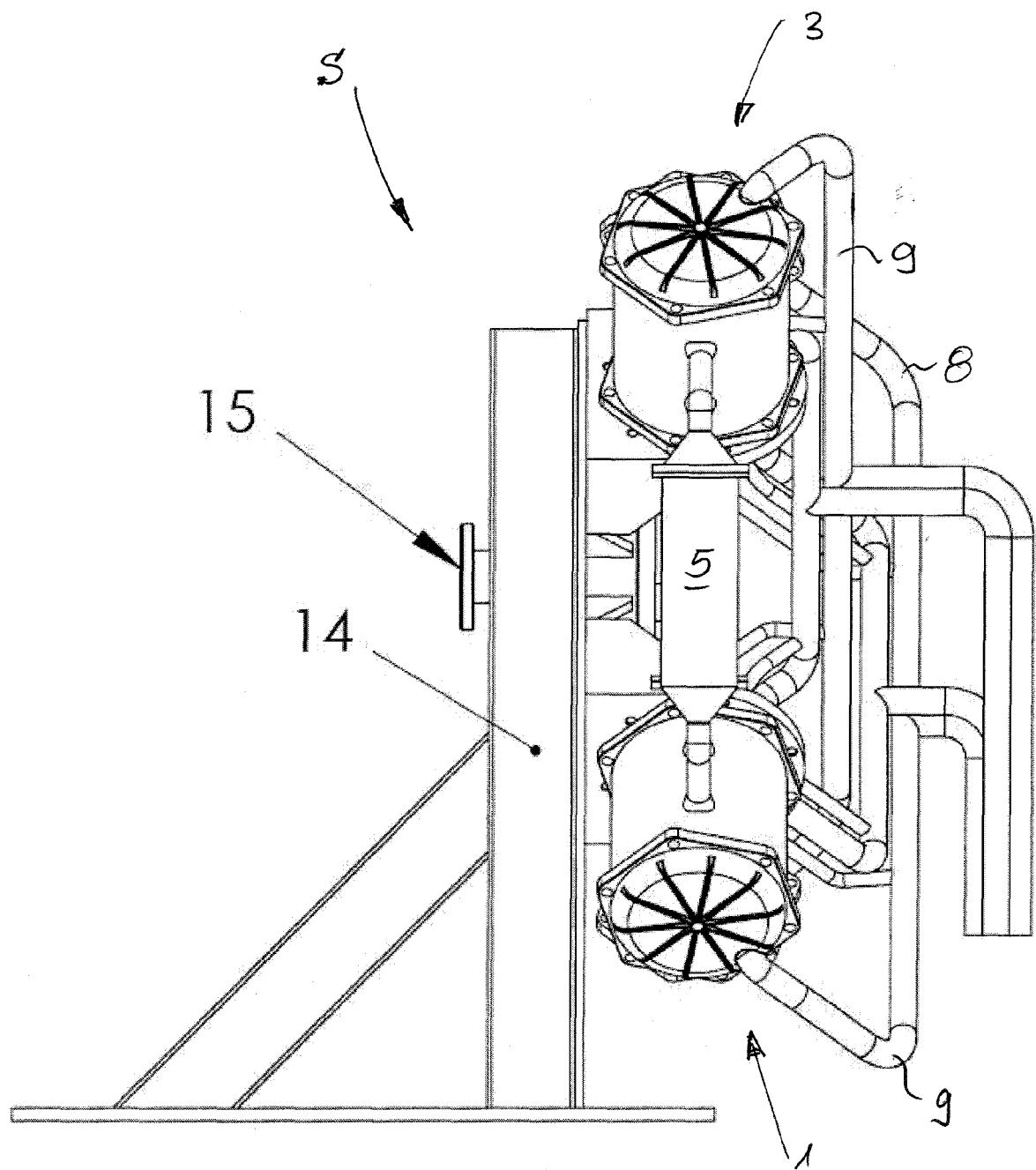


Fig. 3

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

- DE 3815606 [0005]