



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
11.06.2014 Patentblatt 2014/24

(51) Int Cl.:
F02G 1/053^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12008152.6**

(22) Anmeldetag: **06.12.2012**

(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 RS SE SI SK SM TR
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder:
• **Technische Universität Hamburg-Harburg**
21073 Hamburg (DE)
• **TuTech Innovation GmbH**
21079 Hamburg (DE)

(72) Erfinder:
• **Usbeck, Anna Kerstin, Dipl.-Ing.**
22307 Hamburg (DE)
• **Krause, Dieter, Prof. Dr.-Ing.**
21244 Buchholz i.d.N. (DE)

(74) Vertreter: **Sparing Röhl Henseler**
Postfach 14 04 43
40074 Düsseldorf (DE)

(54) **Zylinder-Kolben-Baugruppe betrieben mit einem abgeschlossenen Arbeitsgas**

(57) Zylinder-Kolben-Baugruppe betrieben mit einem abgeschlossenen Arbeitsgas, das sich in einem erwärmten Zylinderraum ausdehnt und in einem demgegenüber kälteren Zylinderraum wieder zusammenzieht, um Volumenänderungsarbeit an einen endseitig mit unterschiedlichen Temperaturen betriebenen Kolben abzugeben, und einer Dichtstelle, die den translatorisch bewegbaren Kolben im Zylinder abdichtet, wobei der Kolben (2) als ein Keramik-Kolben ausgebildet ist, der einen dem erwärmten Zylinderraum (4) zugewandten axialen Kolbenabschnitt (7) aus einem thermisch-isolierenden keramischen Werkstoff und einen diesem Kolbenabschnitt (7) nachgeordneten, der Dichtstelle (10) zugewandten Kolbenabschnitt (8) aus einem thermisch-leitenden keramischen Werkstoff umfasst.

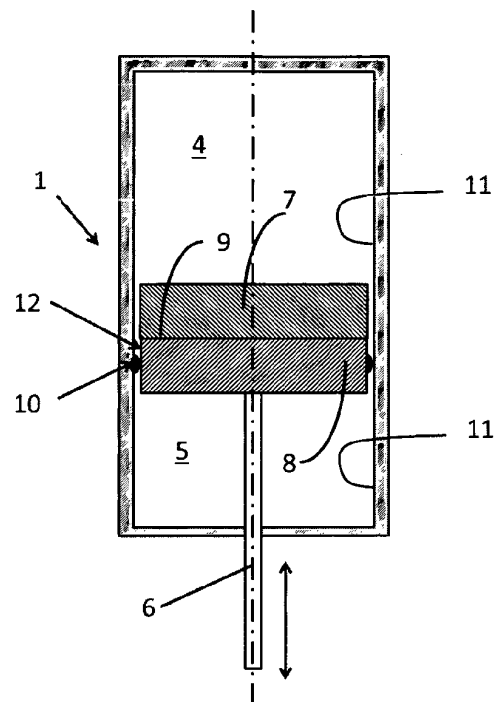


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Zylinder-Kolben-Baugruppe betrieben mit einem abgeschlossenen Arbeitsgas nach dem Oberbegriff des Anspruchs 1.

[0002] Derartige Zylinder-Kolben-Baugruppen finden beispielsweise Verwendung bei Wärmekraftmaschinen wie Heißgasmotoren, insbesondere Stirlingmotoren, die auch im Einsatz in Blockheizkraftwerken angeboten werden.

[0003] Der Stirlingmotor wird anders als Verbrennungsmotoren mit einem abgeschlossenen Gas betrieben. Der Arbeitsprozess beinhaltet eine Phase des Erhitzens und eine Phase des Kühlens des eingesetzten Gases. Die Wärmeab- und -zufuhr findet an lokal unterschiedlichen Stellen statt. Der (Arbeits)Kolben wird dadurch einseitig mit hoher, auf der anderen Seite mit niedriger Temperatur betrieben. Dieses führt zu folgendem technischen Problem. Der Kolben muss über die axiale Erstreckung einen hohen Temperaturgradienten ertragen, der Kolben muss thermisch-isolierend ausgeführt werden und er muss aufgrund des abgeschlossenen Gasvolumens ohne zusätzliche Schmierstoffe betrieben und abgedichtet werden. Der Stirlingmotor arbeitet also nach dem Prinzip eines geschlossenen Kreisprozesses und ist ein Beispiel für die Energieumwandlung von einer schlecht nutzbaren Energieform (thermische Energie) in die besser einsetzbare Energieform mechanischer Energie. Der Stirlingmotor kann mit einer beliebigen äußeren Wärmequelle betrieben werden, wodurch sich wesentliche ökologische Vorteile ergeben.

[0004] Die fehlende Schmierung führt allerdings zu kurzen Standzeiten bei üblichen verschleißenden Dichtungen wie z.B. Kolbenringe oder Dichtungen aus PTFE. Diese Nachteile wurden bisher nicht zufriedenstellend gelöst, so dass derzeit kaum Stirlingmotoren in kommerziellem Einsatz zu finden sind.

[0005] Aus DE 1 940 526 ist ein dicht abgeschlossener Kolben-Kompressor bekannt, der ohne Schmierung arbeitet. Über ein elektromagnetisches Feld wird der Kolben betrieben, um einen radialen Kontakt zwischen dem Kolben und dem Zylinder zu vermeiden. Die Verwendung elektromagnetischer Felder ist jedoch aufwendig.

[0006] Die Bemühungen um die umweltfreundliche und energiesparende Erzeugung mechanischer und elektrischer Energie verstärken derzeit das Interesse an Stirlingmotoren. Wird der kalte Bereich genutzt, kann die Stirlingmaschine auch als Kältemaschine arbeiten.

[0007] Aufgabe der Erfindung ist es daher, eine Zylinder-Kolben-Baugruppe betrieben mit einem abgeschlossenen Arbeitsgas zu schaffen, bei der der Kolben und der Zylinder verbessert gegeneinander abgedichtet sind.

[0008] Diese Aufgabe wird durch die Merkmale des Anspruchs 1 gelöst.

[0009] Hierdurch wird eine Zylinder-Kolben-Baugruppe geschaffen, bei der für den Kolben mindestens zwei keramische Werkstoffe mit unterschiedlichen thermischen Eigenschaften kombiniert werden. Die Dichtfunk-

tion kann dann getrennt werden von der Funktion der thermischen Isolierung. Weiterhin kann eine spannungsminimierte Anbindung der keramischen Komponenten an eine metallische Grundkonstruktion erfolgen. Vorteilhaft ist die Erhöhung der Standzeiten sowie ein während der Betriebslaufzeiten anhaltender hoher Wirkungsgrad der Zylinder-Kolben-Baugruppe zum Leisten mechanischer Arbeit.

[0010] Erfindungsgemäß wirkt ein Anteil des Kolbens thermisch-isolierend, ein anderer ist mit einer thermisch leitenden Keramik ausgeführt. Dadurch, dass die thermisch-leitende Keramik der thermisch-isolierenden Keramik nachgeordnet ist, befindet sich die thermisch-leitende Keramik auf der kälteren Seite des Zylinders. Hierdurch eröffnet sich die Möglichkeit, eine Dichtstelle auszubilden, die auf kaltem Niveau gehalten werden kann. Die Dichtung kann dabei unterschiedlich ausgeführt sein. Aufgrund der fehlenden Schmiermöglichkeit kann jedoch u.a. eine Spaltdichtung vorgesehen sein, d.h. ein langer Spalt zwischen dem Kolben und der Zylinderinnenwand, der eng toleriert ist. Dies wird möglich durch eine geeignete keramische Werkstoffauswahl, die auch bei Trockenlauf geringen Anlauf zwischen stehenden und bewegten Komponenten zulässt.

[0011] Konstruktiv kann ein Temperaturgradient erwirkt werden, der zu einer gegenüber dem erwärmten Zylinderraum gekühlten Dichtfläche führt. Gleichzeitig kann erreicht werden, dass nur geringe Temperaturunterschiede zwischen dem Kolben und der Zylinderinnenwand im Bereich der Dichtfläche auftreten. Dieses verhindert eine unterschiedliche Ausdehnung der Komponenten im Betrieb. Damit wird ein enger Spalt und damit eine hinreichend kleine Gasleckage erst möglich.

[0012] Erfindungsgemäß kann vorgesehen sein, dass die thermisch-leitende Keramik gleichzeitig den Dichtspalt bildet und kann in tribologischen Kontakt mit dem stehenden Zylinder kommen. Es kann daher vorgesehen sein, dass der Zylinder aus einem ähnlichen oder identischen keramischen Werkstoff gefertigt ist. Der thermisch-isolierende keramische Werkstoff wird thermisch hoch beansprucht, kann aber im Durchmesser etwas kleiner ausgeführt und nicht in tribologischen Kontakt mit stehenden Komponenten gelangen.

[0013] Weitere Ausgestaltungen und Vorteile der Erfindung sind der nachfolgenden Beschreibung und den Unteransprüchen zu entnehmen.

[0014] Die Erfindung wird nachstehend anhand der in den beigefügten Abbildungen dargestellten Ausführungsbeispiele näher erläutert.

Fig. 1 zeigt schematisch eine Darstellung einer Zylinder-Kolben-Baugruppe mit einem doppelwirkenden Kolben,

Fig. 2 zeigt schematisch eine Darstellung eines zusammengesetzten Kolbens mit zugeordnetem Temperaturverlauf im Kolben,

Fig. 3 zeigt schematisch einen zusammengesetzten Kolben mit einem Verspannungssystem.

[0015] Wie Fig. 1 zeigt, betrifft die Erfindung eine Zylinder-Kolben-Baugruppe 1 betrieben mit einem abgeschlossenen Arbeitsgas zur Ausbildung einer Wärmekraftmaschine, vorzugsweise eines Stirlingmotors, durch äußere Wärmezufuhr. Die äußere Wärmezufuhr erlaubt den Einsatz unterschiedlichster Wärmequellen, zu denen insbesondere die äußere Verbrennung gehört. Derartige Heißgasmotoren besitzen einen hohen thermischen Wirkungsgrad. Als Arbeitsgas ist beispielsweise Luft, Stickstoff, Helium oder Wasserstoff einsetzbar. Um mechanische Arbeit zu gewinnen, ist das Arbeitsgas abwechselnd zu erwärmen und zu kühlen und die Volumenänderungsarbeit an den (Arbeits)Kolben abzugeben.

[0016] Die Zylinder-Kolben-Baugruppe 1 weist einen doppelwirkenden Kolben 2 auf, der in einem Zylinder 3 translatorisch bewegbar ist. Die Kolbenhöhe h kann gewählt werden, gegebenenfalls ist die Zylinderhöhe daran anzupassen.

[0017] Das Funktionsprinzip der Zylinder-Kolben-Baugruppe 1 wird dadurch bestimmt, dass sich das Arbeitsgas in einem erwärmten bzw. heißen Zylinderraum (Expansionsraum) 4 ausdehnt und in einem demgegenüber kälteren bzw. kalten Zylinderraum (Kompressionsraum) 5 wieder zusammenzieht, um Volumenänderungsarbeit an einen endseitig mit unterschiedlichen Temperaturen betriebenen Kolben 2 abzugeben.

[0018] Der Expansionsraum 4 und der Kompressionsraum 5 sind durch eine Dichtstelle 10 getrennt, die den translatorisch bewegbaren Kolben 2 im Zylinder 3 abdichtet. Eine Vermischung des Arbeitsgases aus dem Expansionsraum 4 mit dem des Kompressionsraums 5 würde den Wirkungsgrad unmittelbar absenken. Der Kolben 2 kann über eine Kolbenstange 6 an ein Getriebe (nicht dargestellt) angeschlossen sein. Die Temperatur des Arbeitsgases ist wählbar und liegt vorzugsweise im Bereich von 900° bis -50°C .

[0019] Der Kolben 2 ist als ein Keramik-Kolben ausgebildet und umfasst einen dem erwärmten bzw. wählbar erwärmbaren Zylinderraum (Expansionsraum) 4 zugewandten axialen Kolbenabschnitt 7 aus einem thermisch-isolierenden keramischen Werkstoff sowie einen diesem Kolbenabschnitt 7 nachgeordneten, der Dichtstelle 10 zugewandten Kolbenabschnitt 8 aus einem thermisch-leitenden keramischen Werkstoff.

[0020] Der Kolben 2 wird folglich aus mindestens zwei Teilkörpern oder aus mehreren Schichten zusammengesetzt. Der zusammengesetzte Kolben 2 verfolgt das Ziel, den Kolben 2 in unterschiedliche Wärmebereiche zu unterteilen. Im Hinblick auf die Dichtstelle 10 soll der Kolben 2 in einem vorzugsweise definierten Bereich eine relativ geringe und möglichst konstante Temperatur aufweisen. Die Gestaltung des Kolbens 2 aus mindestens zwei Teilen ermöglicht auch eine geringe Wärmeleitung durch den Kolben 2.

[0021] Wie Fig. 2 verdeutlicht, umfasst der Kolben 2 einen oberen, dem Expansionsraum 4 zugewandten Kolbenabschnitt 7, der aus einem thermisch-isolierenden keramischen Werkstoff hergestellt ist, wohingegen ein

unterer, dem Kompressionsraum 5 zugewandter Kolbenabschnitt 8 aus einem thermisch-leitenden keramischen Werkstoff hergestellt ist. Dadurch wird sich im isolierenden Kolbenbereich des Kolbenabschnitts 7 ein hoher Temperaturgradient für die Temperatur T des Kolbens 2 einstellen, während im unteren Kolbenbereich des Kolbenabschnitts 8 die Wärme schnell abgeleitet wird und damit ein möglichst kleiner Temperaturgradient vorkommt, wie dies das Diagramm der Fig. 2 zeigt.

[0022] Gemäß einem bevorzugten Ausführungsbeispiel ist der Übergangsbereich 9 zwischen den beiden Kolbenabschnitten 7, 8 der Kolbenbereich, wo die Dichtstelle 10 ausgebildet ist. Die Dichtstelle 10 kann natürlich auch in den Kolbenabschnitt 8 hineingerückt sein, wozu der Spaltabstand zwischen dem Kolben 2 und der Innenwand 11 des Zylinders 3 möglichst gering sein sollte, um Leistungsverluste zu vermeiden. Ein enger Spalt ermöglicht einen Verzicht auf eine zusätzliche Führung. Die Zylinder- und Kolbenoberflächen können aufeinander angepasst werden, um eine Spielpassung ausführen zu können. Alternativ können Gleitlagerbuchsen (nicht dargestellt), beispielsweise aus Siliciumcarbid, oder Segmentführungen eingesetzt werden.

[0023] Die Dichtung für die Dichtstelle 10 ist wählbar und kann in bekannter Weise, falls erforderlich, Führungsfunktion für den Kolben 2 im Zylinder 3 übernehmen. Eine Spaltleckage zwischen dem Kolben 2 und der Innenwand 11 des Zylinders 3 ist zu minimieren, um eine hohe Kompression erzeugen zu können. Allerdings entsteht dadurch eine hohe Belastung. Erfindungsgemäß wird die thermische Belastung reduziert. Erfindungsgemäß ist ein eng tolerierter Spalt 12 zwischen der Innenwand 11 des Zylinders 3 und dem Kolben 2 ausbildbar, um eine Gasleckage zwischen den Arbeitsräumen Expansionsraum 4 und Kompressionsraum 5 zu minimieren.

[0024] Die mindestens zwei Kolbenabschnitte 7, 8 sind insbesondere stoff- oder kraftschlüssig verbindbar durch beispielsweise sintern, verkleben oder verspannen.

[0025] Der Kolbenabschnitt 7 aus einem thermisch-isolierenden keramischen Werkstoff und der Kolbenabschnitt 8 aus einem thermisch-leitenden keramischen Werkstoff können als Keramikhülsen ausgebildet sein, die zur Ausbildung einer Verbundkonstruktion aneinander befestigbar sind. Anstelle eines Hohlmaterials kann beispielsweise auch ein Vollmaterial oder ein geschäumtes Material Verwendung finden.

[0026] Eine axiale Erstreckung des Kolbenabschnitts 7 aus einem thermisch-isolierenden keramischen Werkstoff kann abhängig von einer thermischen Tiefenstufe wählbar sein, in der ein vorbestimmter Temperaturabfall eintritt (vgl. Diagramm, Fig. 2). Die thermische Tiefenstufe kann durch eine Temperatur des kälteren Zylinderraums 5 bestimmt sein. Eine axiale Erstreckung des Kolbenabschnitts 8 aus thermisch-leitendem keramischem Werkstoff kann bis hin zum kälteren Zylinderraum 5 erfolgen.

[0027] Gemäß dem in Fig. 3 dargestellten Ausführungsbeispiel ist der Kolben 2 als einstückig ausgebildet.

rungsbeispiel kann der Kolbenabschnitt 8 aus einem thermisch-leitenden keramischen Werkstoff die Dichtstelle 10 bilden unter Ausbildung einer Dichtungs- und Führungsfläche 22. Die Dichtungs- und Führungsfläche 22 ist dabei die Mantelfläche des Kolbenabschnitts 8. Es kann auch nur ein axiales Teilstück der Mantelfläche des Kolbenabschnitts 8 als Dichtungs- und Führungsfläche 22 ausgebildet sein. Bei dieser Lösung wird die Dichtungsaufgabe in der Zylinder-Kolben-Baugruppe 1 integriert. Hierbei soll das Arbeitsgas allenfalls nur geringfügig am Kolben 2 vorbeiströmen können und damit komprimiert werden. Die Vorteile dieser Kolbendichtung liegen unter anderem in der Verschleißarmut, der hohen Lebensdauer und dem schmierungsfreien Betrieb. Die Leckagerate führt zu einer Verlustleistung während des Betriebs, so dass diese zu minimieren ist.

[0028] Der Kolben 2 umfasst hier die zwei Kolbenabschnitte 7, 8. Die Wärmeübertragung im oberen Kolbenabschnitt 7 ist minimiert worden durch Wahl des keramischen Werkstoffs und gegebenenfalls der Kolbenhöhe h. Ein einstellbarer großer Temperaturgradient kann so ausgebildet werden. Um dies zu erreichen, ist der Kolbenabschnitt 7 beispielsweise aus Zirkoniumoxid hergestellt. Der untere Kolbenabschnitt 8 ist beispielsweise aus Siliciumcarbid hergestellt und weist damit eine hohe Wärmeleitung auf. Der Temperaturgradient ist dadurch im Kolbenabschnitt 8 gering und die Wärmeausdehnung im gesamten Kolbenabschnitt 8 nahezu konstant. Die Gegenauflfläche des Zylinders 3 ist beispielsweise ebenfalls aus Siliciumcarbid hergestellt, so dass die Dichtungs- und Führungsfläche 22 und die Fläche des Zylinders 3 die gleichen Wärmeausdehnungskoeffizienten haben können. Zwischen dem unteren Kolbenabschnitt 8 und der Gegenauflfläche des Zylinders 3 kann eine gute Wärmeübertragung erreicht werden, die durch einen sehr engen Spalt 12 (vgl. Fig. 1) und durch hohe Leitfähigkeit der Werkstoffe möglich ist. Zusätzlich erleichtern niedrige Längenausdehnungskoeffizienten der Werkstoffe das Ausbilden eines sehr engen Spaltes 12. Damit kann sich beispielsweise ein Spiel zwischen 0 ... 41 µm einstellen. Die Forderung nach solch einem engen Spalt ist durch die sehr stark steigende Verlustleistung begründet.

[0029] Der Durchmesser des oberen Kolbenabschnitts 7 ist vorzugsweise geringfügig kleiner gewählt als der des Kolbenabschnitts 8. Die Durchmesserdifférenz zwischen dem Kolbenabschnitt 7 und dem Kolbenabschnitt 8 liegt vorzugsweise im Bereich von 0,1 bis 0,5 mm.

[0030] Der obere Kolbenabschnitt 7 und der untere Kolbenabschnitt 8 können über einen Kolbendeckel 13 mit einem Kolbenboden 14 verspannt sein. Hierzu kann vorab eine Dehnschraube 15 in die Kolbenstange 6 eingeschraubt sein. Mittels einer Verschlusskappe 16 und einer Spezialmutter 18 kann das Eindringen von Arbeitsgas in den Kolben 2 verhindert werden, wozu zusätzlich eine Flachdichtung 17 vorgesehen sein kann. Verspannte Keramik ist druckfester.

[0031] Das zuvor Gesagte gilt auch hier, dass der obere und der untere Kolbenabschnitt 7, 8 jeweils mehrteilig und aus unterschiedlichen Werkstoffen der Kategorie thermisch-isolierend bzw. thermisch-leitend ausgebildet sein können. Einstellbare thermische Tiefenstufen für den oberen Kolbenabschnitt 7 sind anwendungsbezogen ausbildbar. Entsprechendes gilt für den wärmeleitenden unteren Kolbenabschnitt 8, insbesondere dann, wenn für diesen eine Werkstoffauswahl zu treffen ist zur Minimierung der Verlustleistung durch einen möglichst sehr engen Leckagespalt 12.

[0032] Als thermisch-leitender keramischer Werkstoff kann vorzugsweise Siliciumcarbid oder Aluminiumnitrid vorgesehen sein.

[0033] Als thermisch-isolierender keramischer Werkstoff kann beispielsweise Aluminiumoxid, Zirkoniumoxid oder Siliciumnitrid vorgesehen sein. Zusätzlich kann die Isolierwirkung durch gezielte Porosität verstärkt werden. Die Gaseinschlüsse sorgen durch die niedrige Wärmeleitfähigkeit des Arbeitsgases, beispielsweise Luft, für eine zusätzliche Minderung der Wärmeleitfähigkeit. Ein Anwendungsbereich sind hier insbesondere kleine, dezentrale Blockheizkraftwerke.

[0034] Der Stirlingmotor kann auch als Kältemaschine eingesetzt werden. Dabei wird er mechanisch angetrieben und transportiert Wärme vom kalten in den heißen Bereich. Es handelt sich in diesem Fall um einen umgekehrten Kreisprozess.

Patentansprüche

1. Zylinder-Kolben-Baugruppe betrieben mit einem abgeschlossenen Arbeitsgas, das sich in einem erwärmten Zylinderraum ausdehnt und in einem demgegenüber kälteren Zylinderraum wieder zusammenzieht, um Volumenänderungsarbeit an einen endseitig mit unterschiedlichen Temperaturen betriebenen Kolben abzugeben, und einer Dichtstelle, die den translatorisch bewegbaren Kolben im Zylinder abdichtet, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (2) als ein Keramik-Kolben ausgebildet ist, der einen dem erwärmten Zylinderraum (4) zugewandten axialen Kolbenabschnitt (7) aus einem thermisch-isolierenden keramischen Werkstoff und einen diesem Kolbenabschnitt (7) nachgeordneten, der Dichtstelle (10) zugewandten Kolbenabschnitt (8) aus einem thermisch-leitenden keramischen Werkstoff umfasst.
2. Zylinder-Kolben-Baugruppe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Mantelfläche des Kolbenabschnitts (8) aus einem thermisch-leitenden keramischen Werkstoff mindestens teilweise eine Dichtungs- und Führungsfläche (22) als Dichtstelle (10) bildet.
3. Zylinder-Kolben-Baugruppe nach Anspruch 1 oder

- 2, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolbenabschnitt (7) aus einem thermisch-isolierenden keramischen Werkstoff und der Kolbenabschnitt (8) aus einem thermisch-leitenden keramischen Werkstoff als Keramikhülsen ausgebildet sind, die zur Ausbildung einer Verbundkonstruktion (13, 14, 15, 16, 17, 18) aneinander befestigbar sind. 5
4. Zylinder-Kolben-Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 3, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine axiale Erstreckung des Kolbenabschnitts (7) aus einem thermisch-isolierenden keramischen Werkstoff abhängig von einer thermischen Tiefenstufe wählbar ist, in der ein vorbestimmter Temperaturabfall eintritt. 10 15
5. Zylinder-Kolben-Baugruppe nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die thermische Tiefenstufe durch eine Temperatur des kälteren Zylinderraums (5) bestimmt ist. 20
6. Zylinder-Kolben-Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** eine axiale Erstreckung des Kolbenabschnitts (8) aus thermisch-leitendem keramischem Werkstoff bis hin zum kälteren Zylinderraum (8) erfolgt. 25
7. Zylinder-Kolben-Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 6, **dadurch gekennzeichnet, dass** als thermisch-leitender keramischer Werkstoff Siliciumcarbid oder Aluminiumnitrid vorgesehen ist. 30
8. Zylinder-Kolben-Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 7, **dadurch gekennzeichnet, dass** als thermisch-isolierender keramischer Werkstoff Aluminiumoxid, Zirkoniumoxid oder Siliciumnitrid vorgesehen ist. 35
9. Zylinder-Kolben-Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolben (2) durch eine Kolbenstange (6) mechanische Arbeit auf einen Antrieb überträgt. 40
10. Zylinder-Kolben-Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **gekennzeichnet durch** einen Einsatz als Wärmepumpe oder Kältemaschine. 45
11. Heißgasmotor mit mindestens einer Zylinder-Kolben-Baugruppe nach einem der Ansprüche 1 bis 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** der Kolbenabschnitt (8) zur Ausbildung einer Dichtungs- und Führungsfläche (22) an mindestens einem Teilbereich seiner Mantelfläche einen Durchmesser besitzt, der größer ist als der Durchmesser des Kolbenabschnitts (7), und die Durchmesserdifférenz in einem Bereich von 0,1 bis 0,5 mm liegt. 50 55

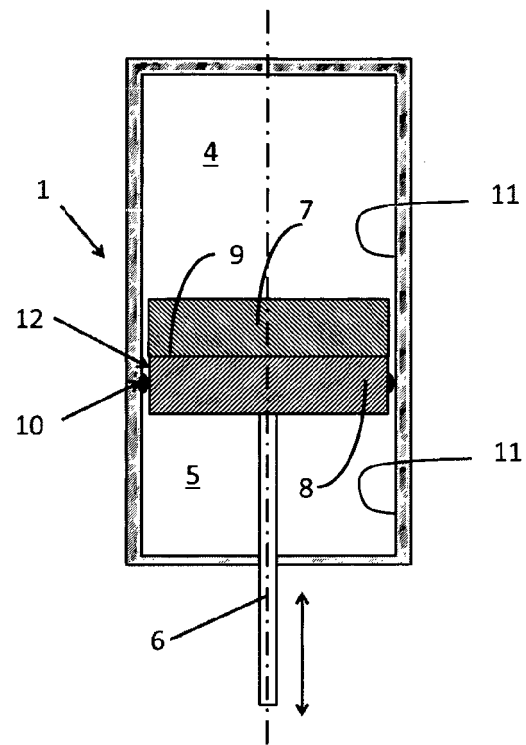


Fig. 1

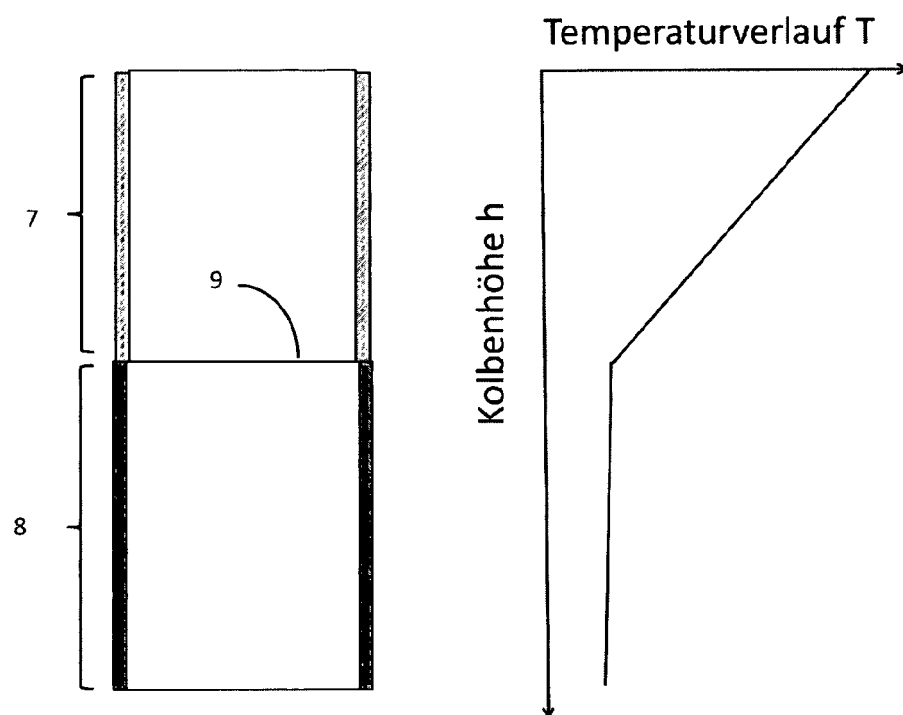


Fig. 2

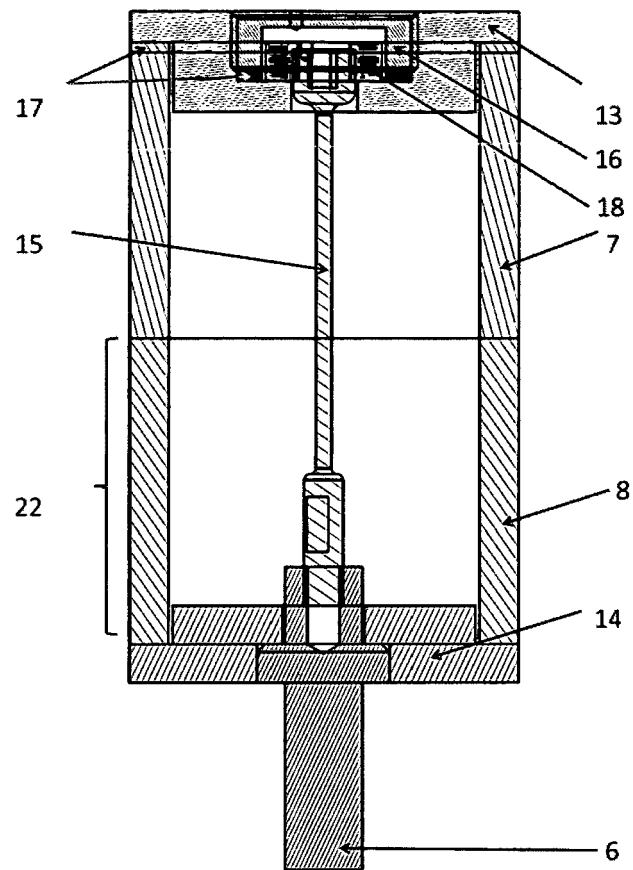


Fig. 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 12 00 8152

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
A	JP 2008 231949 A (SHARP KK) 2. Oktober 2008 (2008-10-02) * Zusammenfassung * * Abbildungen *	1	INV. F02G1/053
A	JP H09 152211 A (SANYO ELECTRIC CO) 10. Juni 1997 (1997-06-10) * Zusammenfassung * * Abbildung 1 *	1	
A	EP 1 683 955 A1 (JAPAN AEROSPACE EXPLORATION [JP]; MATSUSHITA ELECTRIC IND CO LTD [JP];) 26. Juli 2006 (2006-07-26) * Absätze [0019], [0020] *	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F02G
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 23. Mai 2013	Prüfer Matray, J
KATEGORIE DER GENANNTE 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 Patentedokument, 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 12 00 8152

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.

23-05-2013

Im Recherchenbericht angeführtes Patentedokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
JP 2008231949	A	02-10-2008	KEINE		
JP H09152211	A	10-06-1997	KEINE		
EP 1683955	A1	26-07-2006	CA	2543690 A1	12-05-2005
			CN	1871423 A	29-11-2006
			EP	1683955 A1	26-07-2006
			JP	3796498 B2	12-07-2006
			JP	2005133653 A	26-05-2005
			KR	20060106827 A	12-10-2006
			US	2008282693 A1	20-11-2008
			WO	2005042958 A1	12-05-2005

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

- DE 1940526 [0005]