

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

(19) Weltorganisation für geistiges Eigentum
Internationales Büro



(43) Internationales Veröffentlichungsdatum
1. November 2007 (01.11.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/121496 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

F02G 1/043 (2006.01) **H02K 7/18** (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/AT2007/000174

(22) Internationales Anmeldedatum:
17. April 2007 (17.04.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
A 677/2006 21. April 2006 (21.04.2006) AT

(71) Anmelder und

(72) Erfinder: **KARLSREITER, Herbert** [AT/AT]; Dorf 84,
A-5205 Schleedorf (AT).

(81) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare nationale Schutzrechtsart*): AE, AG, AL,
AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA,
CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG,

ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL,
IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK,
LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX,
MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO,
RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM,
TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

(84) Bestimmungsstaaten (*soweit nicht anders angegeben, für
jede verfügbare regionale Schutzrechtsart*): ARIPO (BW,
GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG,
ZM, ZW), eurasisches (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU,
TJ, TM), europäisches (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK,
EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC,
MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF,
CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD,
TG).

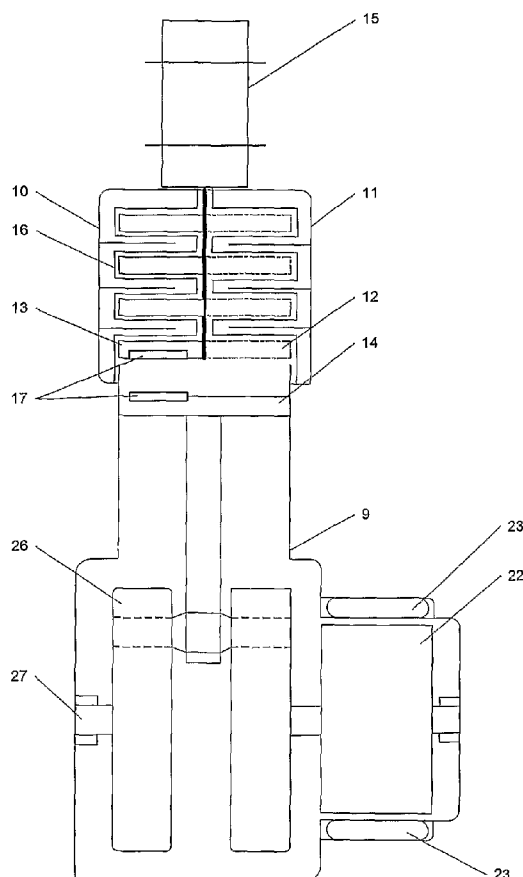
Veröffentlicht:

— mit internationalem Recherchenbericht

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: STIRLING ENGINE

(54) Bezeichnung: STIRLINGMOTOR



(57) Abstract: The invention relates to a Stirling engine (9) in which the working piston (14) transmits the force via a shaft (27) to a generator (20), (21), (22), (23) and the working piston (14) is formed so as to be mechanically separate from the displacement body (13), wherein the displacement body (13) is controlled and can be driven by means of control magnets (17) and the energy supply to the Stirling engine (9) takes place via an intermediate circuit (7), (3), (4), (8) which is formed with a closure opening (19), in which intermediate circuit (7) a preferably compressed medium is circulated by means of a fan (18) which is driven by means of a magnet coupling (25).

(57) Zusammenfassung: Stirlingmotor (9) bei dem der Arbeitskolben (14) über eine Welle (27) die Kraft auf einen Generator (20), (21), (22), (23) überträgt und der Arbeitskolben (14) vom Verdränger (13) mechanisch getrennt ausgeführt ist, wobei der Verdränger (13) durch Steuermagnete (17) gesteuert und angetrieben werden kann und die Energiezufuhr zur Stirlingmaschine (9) über einen mit einer Verschlussöffnung (19) ausgeführten Zwischenkreislauf (7), (3), (4), (8) erfolgt, in welchem ein vorzugsweise komprimiertes Medium mit Hilfe eines über eine Magnetkupplung (25) angetriebenen Gebläses (18) umgewälzt wird.

WO 2007/121496 A1



Zur Erklärung der Zweibuchstaben-Codes und der anderen Abkürzungen wird auf die Erklärungen ("Guidance Notes on Codes and Abbreviations") am Anfang jeder regulären Ausgabe der PCT-Gazette verwiesen.

Stirlingmotor

Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Stirlingmotor bei dem der Arbeitskolben vom Verdränger mechanisch getrennt ausgeführt ist und durch Magnetfelder gesteuert und angetrieben wird, wobei über einen mit einer Verschlussöffnung ausgeführten Zwischenkreislauf, in welchem ein vorzugsweise komprimiertes Medium umgewälzt wird, die Energie einer Wärmequelle über eine Umwälzvorrichtung in Form eines Gebläses, welches durch eine vorzugsweise Magnetkupplung angetrieben wird über Wärmetauscher auf die Stirlingmaschine übertragen wird und die Kraftübertragung vom Arbeitskolben der Stirlingmaschine vorzugsweise über eine Kurbelwelle erfolgt.

In der Patentschrift 2003013805 A „Stirling Engine power plant using waste heat and natural heat“ wird ein Konzept beschrieben, bei welchem Abwärme, bzw. Sonnenenergie oder die Abwärme von Kraftmaschinen mit innerer Verbrennung als Energiequelle genutzt wird, wozu ein Generator von einer Stirlingmaschine angetrieben wird und über eine Wärmeübertragungsvorrichtung die Energie von einer Wärmequelle auf eine Stirlingmaschine übertragen wird.

Im U.S. Patent 5174116 wird eine Stirlingmaschine beschrieben, bei der ein Verdränger- Kolben mit einer sich daran befindenden Hubstange mit einem Hilfsmotor über eine Kurbelwelle über eine Verbindungs- Nocke angetrieben wird. Der Arbeitskolben ist hierbei als frei schwingender Kolben ausgeführt, der einen Lineargenerator, Kompressor oder andere Pumpe antreibt.

In der Schrift JP 58141647 A „Free Piston Stirling Generator“ wird eine Stirlingmaschine offenbart bei der, der

Arbeitskolben und der Verdränger frei schwingend mit einer elektromagnetischen Ankopplung ausgeführt sind.

Die Schrift GB 630429 veranschaulicht einen Kreislauf bei dem über einen Zwischenkreislauf die Energie auf eine Heißgasmaschine übertragen wird.

Die Druckschrift „Stirling Engine“ JP 59218345A zeigt einen Stirlingmotor bei dem der Arbeitskolben frei schwingend mit einer elektromagnetischen Ankopplung ausgeführt ist, bei der, der Verdränger über eine Welle von einem elektrischen Antriebsmotor angetrieben wird.

Die Schrift DE 29614666 U1 „Kolbenmotor, insbesondere Stirlingmaschine“ beschreibt ein System bei dem über eine durch eine Zwischenwand getrennte magnetische Kupplung das Drehmoment der rotierenden Kurbelwelle im Inneren des Gehäuses auf ein rotierendes Außenrad übertragen wird.

Hierzu ist ein Kupplungsrad mit daran befindlichen Permanent- oder Elektromagneten über einen Radkranz starr mit der Kurbelwelle im Inneren des Kurbelgehäuses verbunden.

In dem Bereich in dem die Permanentmagnete am Kupplungsrad die Gehäusewand abschatten besteht die Gehäusewand aus einem elektrisch nicht leitenden, unmagnetischen Material, wofür Thermoplaste, Duroplaste, keramische Werkstoffe und antimagnetischer Stahl sowie verschiedene weitere Werkstoffe vorgeschlagen werden, wodurch eine Übertragung der magnetischen Kräfte des innen liegenden Kupplungsrades auf einen Außenläufer der mit Permanentmagneten oder Elektromagneten ausgeführt ist erreicht werden soll.

Der Außenläufer ist hierzu als Halteglocke mit der Abtriebswelle starr gekuppelt und verläuft coaxial zur Drehachse der Kurbelwelle im Inneren des Gehäuses. Die

Abtriebswelle ist an der zum Kurbelgehäuse zugewandten Ende in einem am Kurbelgehäuse vorgesehenen Außenlager drehbar gelagert (Fig.1).

In der Schrift EP 0070780A1 wird ein Stirlingmotor in verschiedenen Ausführungsformen beschrieben, bei denen der Verdränger und der Arbeitskolben frei schwingend mit einer elektromagnetischen Ankopplung ausgeführt sind.

Die Schrift JP1138351 beschreibt eine „FREE PISTON TYPE STIRLING ENGINE“ bei der, der Arbeitskolben frei schwingend ausgeführt ist und der Verdränger über einen mit einer Kurbelwelle angetriebenen Hilfskolben über ein gasförmiges Medium gesteuert wird, in dem der Hilfskolben über einen Kurbelantrieb durch ein Signal eines Sensors im Bereich des Arbeitskolbens in Bewegung gesetzt wird und über eine Leitung durch verschieben eines Gases, in einem Zylinder ähnlichem Aufbau des Verdrängers bei dem ein Teil des Verdrängers die Funktion eines Kolbens übernimmt, den Verdränger in die richtige Position versetzt, bzw. als Starter und Regelgerät für die Maschine dient.

Wesentliche Vorteile der gegenständlichen Erfindung gegenüber bekannten Stirlingmaschinen sind im einfachen Aufbau, der diskontinuierlichen Steuerung des Verdrängers durch die mechanische Trennung des Antriebes vom Arbeitskolben, der optimierten mechanischen Kraftübertragung vom Arbeitskolben auf eine Abtriebswelle bei hohen Lasten und Betriebsdrücken, wozu bei der gegenständlichen Erfindung der Arbeitskolben vorzugsweise mit der Kurbelwelle mechanisch verbunden ist und der Verdränger über einen von der Kurbelwelle getrennten elektrischen Antrieb ausgeführt ist, der Einsatzmöglichkeit für feste Brennstoffe und andere Energiequellen, dem hohen

Energieeintrag bei äußerst geringem schadhaftem Raum (komprimiertes Medium im Zwischenkreislauf), sowie den zu erwartenden, geringen Fertigungs- als auch Wartungskosten und den breiten Einsatzmöglichkeiten als zum Beispiel Wärmekraftmaschine, Wärmekraftkopplung in Verbindung mit vorzugsweise Biomasseheizungen, der dezentralen Stromproduktion (Privathaushalte) vom kleinsten Leistungsbereich bis hin zu Anlagen im Megawattbereich (Industrie) als auch für den Antrieb von Kraftfahrzeugen (insbesondere als Hybridantrieb) usw. zu sehen.

Dadurch, dass bei der gegenständlichen Stirlingmaschine gegenüber herkömmlichen Stirlingmaschinen der Verdränger mit dem Arbeitskolben, der vorzugsweise über eine Kurbelwelle die Kraft auf einen Generator bzw. eine rotierende Welle überträgt nicht mechanisch verbunden ist, ist eine weitgehende diskontinuierliche Steuerung des Verdrängers möglich, in dem der Arbeitskolben die hohen Kräfte über einen vorzugsweise Kurbeltrieb auf eine Kurbelwelle überträgt und der Verdränger entweder/und durch sich anziehende und abstoßende Kräfte von vorzugsweise Dauermagneten bewegt wird oder über einen elektrischen Antrieb durch einen Impuls über die vorzugsweise Kurbelwelle in die optimale Position versetzt werden kann, wodurch der technisch aufwendige Antrieb des Verdrängers durch mit der Antriebswelle des Arbeitskolbens mechanisch verbundene Antriebe wie sie bei herkömmlichen Stirlingmaschinen eingesetzt werden entfällt und eine weitgehend diskontinuierliche Steuerung des Verdrängers ermöglicht wird. Hierdurch kann ein kostengünstiger, langlebiger und bewährter Kurbeltrieb für die Kraftübertragung Verwendung finden, mit dem insbesondere bei erhöhten Vordrücken großen Kräfte vom Arbeitskolben übertragen und effizient in eine Drehbewegung umgewandelt werden können.

Rollsockendichtungen und aufwendige mechanische Antriebe des Verdrängens entfallen vollständig, wodurch ein einfacher Aufbau mit höchster Effizienz erwartet wird.

Der Verdränger wird hierbei durch einen elektrischen-, oder elektrohydraulischen Antrieb oder Magnete diskontinuierlich gesteuert bzw. angetrieben.

Die Steuerung des Verdrängers kann hierbei so erfolgen, dass der Verdränger über einen elektrischen Impuls durch einen Sensor an der zum Beispiel Kurbelwelle mit Hilfe eines elektrischen oder elektrohydraulischen Antriebes in Bewegung gesetzt und wieder gestoppt wird oder durch sich anziehende und/oder abstoßende Dauer- oder Elektromagneten seine Position verändert. Eine der denkbaren und möglichen Ausführungsformen wäre hierbei, dass an der Kurbelwelle oder auch an einer anderen geeigneten Stelle der Stirlingmaschine ein Sensor angebracht ist, mit Hilfe dessen an einer bestimmten Position eine Stromkreis geschlossen bzw. geöffnet wird über welchen der elektrische Antrieb des Verdrängers in Bewegung gesetzt, bzw. gestoppt werden kann, wodurch eine präzise Steuerung des mechanisch getrennten Verdrängers erreicht werden kann. Die Abbremsenergie kann hierbei in einem Speicher zwischengespeichert werden und bei der nächsten Bewegung des Verdrängers wieder an diesen abgegeben werden.

Werden sich anziehende und oder abstoßende Dauer- oder Elektromagneten zur Bewegung des Verdrängers eingesetzt, kann der elektrische Antrieb des Verdrängers entfallen. Zudem kann durch diese Ausführung eine Start- und Betriebsregelung des Verdrängers erreicht werden, da durch die sich anziehenden oder abstoßenden Dauer- oder Elektromagneten die richtige Positionierung des Verdrängers erreicht werden kann.

Die Abbremsenergie des Verdrängens kann zudem wieder in elektrische Energie umgewandelt, bzw. zwischengespeichert werden, wofür insbesondere Elektrokondensatoren aufgrund der kurzen Impulse, der geringen Verluste und der Haltbarkeit vorgeschlagen werden

Ein weiterer Vorteil der gegenständlichen Erfindung ist darin zu sehen, dass die Gefahr der Verschlackung des Wärmetauschers im Bereich der Energiequelle durch Ablagerung von Verbrennungsgasen, wie sie bei herkömmlichen Stirlingmaschinen besonders in Verbindung mit festen Brennstoffen auftreten können, durch einen Zwischenkreislauf vermieden werden kann. Die Brennkammer der Energiequelle ist in der beispielsweise Ausführungsform von den Wärmetauscherflächen der Stirlingmaschine getrennt.

Die Energie wird über einen Zwischenkreislauf in dem sich vorzugsweise ein vorverdichtetes Medium befindet zum Wärmetauscher der Stirlingmaschine übertragen, wofür der Zwischenkreislauf mit einer Einfüllöffnung geschlossen ausgeführt ist.

Die Wärmetauscherfläche an der Wärmequelle kann hierdurch beliebig groß gewählt werden, wodurch auch bei einer Verschmutzung dieser, insbesondere in Verbindung mit schwierigen Brennstoffen ein ausreichender Wärmeübergang gewährleistet werden kann. Weiters ist im laufenden Betrieb eine Reinigung der Wärmetauscherflächen an der Wärmequelle möglich.

Zudem kann der chemische Verschleiß des Wärmetauschers an der Stirlingmaschine durch den Zwischenkreislauf auf ein Minimum reduziert werden, wodurch an die Wärmetauschermaterialien keine so hohen Ansprüche gestellt werden, bzw. Materialien mit einer besseren Wärmeleitfähigkeit eingesetzt werden können, als dies zum Beispiel bei Stirlingmaschinen bei denen der

Wärmetauscher der Stirlingmaschine direkt mit den Verbrennungsgasen der Energiequelle in Kontakt kommen, der Fall ist.

Über die Einfüllöffnung im Zwischenkreislauf, wofür bevorzugt Ventile bzw. Verschraubungen vorgeschlagen werden, kann das Medium im Zwischenkreislauf über den Umgebungsdruck komprimiert werden, wodurch eine im Vergleich zum Umgebungsdruck vielfache Energiemenge bei gleicher Wärmetauscheroberfläche übertragen werden kann, wodurch die Wärmetauscherfläche der Stirlingmaschine klein gehalten, der schadhafte Raum in der Stirlingmaschine reduziert und der Energieeintrag im Vergleich zum Umgebungsdruck bei gleicher Oberfläche vervielfacht werden kann.

Ein weiterer Vorteil des Zwischenkreislaufes zwischen der Wärmequelle und der Stirlingmaschine ist darin zu sehen, dass sich die Wärmequelle auch weiter entfernt von der Stirlingmaschine befinden kann.

Hierdurch kann die Stirlingmaschine zum Beispiel als kompaktes Gerät neben einem Heizkessel aufgebaut werden.

Wird die Stirlingmaschine in Verbindung mit Parabolspiegeln eingesetzt, ist es nicht mehr notwendig die Stirlingmaschine mit dem sich daran befindenden Wärmetauscher im Bereich des Brennpunktes des Parabolspiegels anzuordnen, wodurch eine vereinfachte Konstruktion des Spiegels erreicht werden kann und die Stirlingmaschine für Wartungs- und Reparaturtätigkeiten, zum Beispiel neben dem Spiegel angeordnet, jederzeit zugänglich sein kann. Die Energieübertragung erfolgt vorzugsweise über einen Wärmetauscher im Brennpunkt über den Zwischenkreislauf zur Stirlingmaschine. Durch diese Ausführung können auch hohe

Stillstandstemperaturen in der Stirlingmaschine vermieden werden und diese über die Umwälzmenge nach Bedarf leistungsgeregelt werden. Denkbar wäre es hierbei auch, einen zum Beispiel Keramikspeicher in dem große Energiemengen bei hohen Temperaturen zwischengespeichert werden können im Zwischenkreislauf zu integrieren.

Für den Wärmeeintrag zwischen dem Wärmetauscher der Wärmequelle und dem Wärmetauscher der Stirlingmaschine wird ein zwischengeschaltetes Gebläse oder eine andere Vorrichtung zur Umwälzung des Mediums im Zwischenkreislauf, das in einer beliebigen Ausführungsform ausgeführt sein kann vorgeschlagen. Diese Vorrichtung zur Umwälzung des Mediums im Zwischenkreislauf ist vorzugsweise so ausgeführt, dass die Energie über eine zum Beispiel elektromagnetische Kupplung auf den Antrieb des Gebläses oder andere Vorrichtung zur Umwälzung des Mediums im Zwischenkreislauf übertragen wird, wodurch der Zwischenkreislauf vollständig geschlossen ausgeführt sein kann und keine Antriebswelle mit etwaigen Wellendichtungen (Reibungsverluste, Leckagen) durch das Gehäuse des Zwischenkreislaufes geführt werden muss.

Der elektromagnetische Antrieb des Gebläses, oder anderen Vorrichtung zur Umwälzung des Mediums im Zwischenkreislauf, kann hierbei so ausgeführt sein, dass sich im Inneren des Gehäuses der Umwälzvorrichtung ein Stirnrad mit Dauermagneten befindet, bei dem die Gehäusewand bzw. das Gehäuse von elektromagnetischen Felder durchdrungen werden kann und die Energie von einem Antriebsmotor über ein Stirnrad mit Dauermagneten durch die Außenwand des Gehäuses übertragen werden kann.

Insbesondere bei einem niedrigen Kraftaufwand zum Antrieb des Umwälzgebläses im Zwischengehäuses bietet eine Magnetkupplung entscheidende vorteile (Reibungsverluste durch herkömmliche Wellendichtungen, Verschleiß an den Dichtungen, Leckagen aufgrund vom Verschleiß), weiters kann der Abstand zwischen den sich abstoßenden oder anziehenden Dauermagneten außerhalb und innerhalb des Zwischengehäuses des Umwälzgebläses auch größer gewählt werden, wodurch keine besonderen Ansprüche an die Fertigung und Lagerung der magnetischen Kupplung gestellt werden.

In einer weiteren Ausführungsform der gegenständlichen Erfindung erfolgt der Antrieb des Gebläses im Zwischenkreislauf über Wicklungen, die an einer nicht magnetisierbaren Gehäusewand fest angebracht sind, welche einen innen liegenden Läufer antreiben.

Der Motor kann hierzu zum Beispiel als durch eine Zwischenwand getrennter Asynchronmotor ausgeführt sein der bis auf die Trennung durch die für Magnetfelder durchlässige Zwischenwand des Gehäuses der Umwälzvorrichtung im Zwischenkreislauf baugleich als Asynchronmotor ausgeführt sein kann.

Auch andere Arten von Elektromotoren können hierbei eingesetzt werden, bei denen der Läufer durch ein Zwischengehäuse getrennt werden kann.

In einer weiteren Ausführungsform, kann der durch ein für Magnetfelder durchlässiges Gehäuse getrennte Motor auch so ausgeführt sein, dass der Läufer mit Dauer- oder Elektromagneten ausgebildet ist die, die gleiche Polung wie das Magnetfeld, das von den außen liegenden Spulen erzeugt wird, aufweisen, wodurch der Läufer im Inneren des Gehäuses

durch die Magnetfelder zentriert wird und somit keine Lagerung des Läufers notwendig ist. Die Kraft wird hierbei durch sich abstoßende, gleichgepolte Magnetfelder zu einander übertragen.

Die selbe Ausführung wäre auch in der umgekehrten Funktionsweise für ein mit einem durch das Zwischengehäuse der Stirlingmaschine getrennten Generator denkbar.

In einer weiteren Ausführungsform der gegenständlichen Erfindung wird die Energie über Induktion auf eine Spule im Inneren des Zwischenkreislaufes zum Antrieb des Gebläses oder anderen Vorrichtung zur Umwälzung des Mediums im Zwischenkreislauf übertragen, wodurch das Zwischengehäuse hermetisch geschlossen ausgeführt sein kann.

Hierzu werden durch das Zwischengehäuse getrennte Wicklungen innerhalb und außerhalb des Gehäuses des Zwischenkreislaufes vorgeschlagen, mit Hilfe derer durch den in der Außenwicklung fließenden Strom ein Magnetfeld bewirkt wird, das durch ein hierfür geeignetes Material, das für elektromagnetische Wellen durchlässig ist zur innen liegenden Wicklung über geht und in dieser einen Strom induziert mit dem ein Elektromotor angetrieben werden kann, der im gegenständlichen Fall ein Umwälzgebläse antreibt.

Zur Verbesserung des Wärmeüberganges an den Wärmetauschern insbesondere zur Stirlingmaschine (Reduktion des schadhaften Raumes durch die Möglichkeit der Verkleinerung der Wärmetauscherflächen der Stirlingmaschine), ist das Wärmeträgermedium im geschlossenen Zwischenkreislauf vorzugsweise komprimiert und wird durch ein in der beispielsweise Ausführungsform Umwälzgebläse, umgewälzt.

Zur Druckerhöhung im Zwischenkreislauf ist eine Einfüllöffnung vorgesehen, die als selbstschließendes Ventil oder Verschraubung ausgeführt sein kann, die nach dem Befüllen mit einem komprimierten Medium den Zwischenkreislauf nach außen abschließt.

Durch den im Verhältnis zum Umgebungsdruck erhöhten Innendruck soll eine im Verhältnis höhere Energiemenge bei gleicher Oberfläche, bei gleicher Umwälzgeschwindigkeit erreicht werden, wodurch die Querschnitte der Leitungen und Wärmetauscher kleiner gewählt werden können und sich der Energieaufwand zur Umwälzung eines Mediums im Zwischenreislauf wesentlich senken lässt.

Das Gehäuse der Stirlingmaschine wird vorzugsweise hermetisch geschlossen ausgeführt, wobei dieses beliebig ausgebildet sein kann.

Zur Kraftübertragung des Arbeitskolbens können Taumelscheibentriebwerke, Schiefscheibentriebwerke, Rhombentriebwerke sowie herkömmliche Kurbeltriebwerke oder andere Arten von Antrieben eingesetzt werden.

Als Arbeitsmedien können alle sich hierfür eignenden Medien eingesetzt werden. Etwaige Regeneratoren können beliebig in der Stirlingmaschine integriert sein. Die Umwälzvorrichtung im Zwischenkreislauf kann beliebig angeordnet und ausgeführt sein. Des weiteren kann die Verschlussöffnung im Zwischenkreislauf beliebig angeordnet und ausgeführt sein. Die Wärmetauscher für die Energiezufuhr- als auch Energieabfuhr können in beliebiger Anordnung und Ausführung im System angeordnet sein. Das von der Stirlingmaschine erzeugte

Drehmoment kann auch über eine Welle nach Außen übertragen werden. Die Dauer- bzw. Elektromagneten zur Steuerung des Verdrängers können beliebig angeordnet und ausgeführt sein.

Besondere Vorteile der gegenständlichen Stirlingmaschine gegenüber herkömmlichen Stirlingmaschinen sind in den verringerten Reibungswiderständen, Pendelverlusten und Schadraumeffekten zu sehen. Zudem können die Probleme mit den Dichtungen, (Verschleiß, Durchlässigkeit, Reibungswiderstand usw.) wie sie zum Beispiel bei herkömmlichen Stirlingmaschinen mit einem mechanischen Antrieb des Verdrängers auftreten können vermieden werden.

Durch die mechanisch gebundene Kraftübertragung des Arbeitskolbens über eine Kurbelwelle, Taumelscheibentriebwerk, Schiefscheibentriebwerk, Rhombentriebwerk und andere mechanische Verbindungen mit einer Antriebswelle zum Generator oder anderen Energieabnehmer, kann eine kontinuierliche Kraftübertragung bei hohem Drehmoment und einer gleichmäßigen Kolbenbewegung erreicht werden.

Durch den Zwischenkreislauf kann eine gegenüber herkömmlichen Stirlingmaschinen genauere Leistungsregelung ermöglicht werden, da mit der umgewälzten Menge des Mediums im Zwischenkreislauf auch die Leistung der Stirlingmaschine bestimmt werden kann.

Zur Leistungsregelung im Zwischenkreislauf werden bevorzugt elektronische Drehzahlregelungen für die Umwälzvorrichtung im Zwischenkreislauf vorgeschlagen.

In den Figuren 1 bis 3 werden beispielsweise Ausführungsformen der gegenständlichen Stirlingmaschine veranschaulicht.

Bei der in Fig. 1 veranschaulichten Stirlingmaschine wird über einen als Ringleitung ausgeführten Zwischenkreislauf 7,3,4,8, mit einer verschließbaren Einfüllöffnung 19, die als Ventil, Füllventil, Schnellkupplung, Verschraubung usw. ausgeführt sein kann ein vorzugsweise verdichtetes, gasförmiges Medium umgewälzt.

Die Einfüllöffnung erfüllt hierbei den Zweck eine Druckerhöhung über dem Umgebungsdruck zu ermöglichen, in dem diese als Verschraubung nach dem Befüllen der Ringleitung entweder durch verschrauben verschlossen wird oder sich zum Beispiel als Ventil von selbst schließt.

Die Vorrichtung zur Umwälzung eines Mediums in einem Zwischenkreislauf 3,4 ist vorzugsweise als Gebläse 18 ausgebildet und wird über eine elektromagnetische Kupplung 25 von außen über einen Motor 24 angetrieben. Die elektromagnetische Kupplung 25 hat den Vorteil, dass die Kraft nicht durch eine Welle übertragen werden muss, sondern durch ein geschlossenes Gehäuse übertragen werden kann (Vermeidung von Reibungsverlusten und Verschleiß an den Wellendichtungen, Vermeidung von Undichtheiten). Hierzu befinden sich in einer der möglichen Ausführungsformen außerhalb und innerhalb eines Gehäuses Dauer- und/oder Elektromagneten (25) die sich gegenseitig anziehen oder abstoßen, wodurch die Kräfte von Außen über ein geschlossenes Gehäuse ohne Welle übertragen werden können.

Werden Magnete eingesetzt deren Polungen sich abstoßen, werden durch die Abstoßungskräfte an den innerhalb und außerhalb des

Gehäuses liegenden Magnete diese in einer Drehbewegung voran getrieben, wobei diese in der beispielsweise Ausführungsform als Stirnräder 25 entgegen der Kraft des Gebläses wirken.

Werden Dauermagneten zur Kraftübertragung durch sich abstoßende Kräfte verwendet und diese in der selben axialen Drehrichtung übereinander angeordnet, wird eine Zentrierung des, oder der Innen- oder Außenläufer erreicht, wodurch die Lagerung entlastet, beziehungsweise an zumindest einer der außen- oder innenliegenden Wellen entfallen kann.

Mit Hilfe des Zwischenkreislaufes 7,3,4,8 mit einem darin befindlichen Medium mit einem zum Umgebungsdruck erhöhten Innendruck, wird die thermische Energie im Kreislauf auf die Stirlingmaschine 9 übertragen, wodurch zum einen, die Verschlackung am Wärmetauscher 10,11 der Stirlingmaschine 9 vermieden wird und zum anderen aufgrund des Innendruckes der Energieeintrag $/m^2$ Wärmetauscheroberfläche bei gleicher Umwälzgeschwindigkeit mehrfach erhöht werden kann.

Fig. 2 veranschaulicht eine Stirlingmaschine 9 mit einem hermetisch geschlossenen Gehäuse, die mit einem geteilten Asynchrongenerator aufgebaut ist, bei dem sich der Läufer 22 im Inneren des Gehäuses der Stirlingmaschine und die Wicklungen 23 außerhalb des Gehäuses der Stirlingmaschine angebracht sind.

Die Steuerung des Verdrängers erfolgt mit Hilfe von Dauermagneten 17 am Arbeitskolben 14 und Verdränger 13 durch die der Verdränger 13 durch die Anstoßungs- bzw. Anziehungskräfte von Dauermagneten 17 in die gewünschte Position versetzt wird und/oder der Verdränger über einen elektrischen, elektrohydraulischen, magnetischen Antrieb (15) gesteuert und angetrieben ist.

Fig. 3 veranschaulicht eine beispielsweise Ausführungsform einer Stirlingmaschine bei der, der Läufer mit Steuermagneten 20 ausgeführt ist und sich die Spulen 21 außerhalb des Gehäuses der Stirlingmaschine starr befinden, wobei der Läufer direkt mit der Kurbelwelle 26 verbunden sein kann, wodurch eine hohe Belastung bei einem weitgehenden Schwingungs- und verwindungsfreien Betrieb ermöglicht werden soll.

Die Steuerung des Verdrängers erfolgt mit Hilfe von Dauermagneten 17 am Arbeitskolben 14 und Verdränger 13 durch die der Verdränger 13 durch die Abstoßungs- bzw. Anziehungskräfte von Dauermagneten 17 in die gewünschte Position versetzt wird und/oder der Verdränger über einen elektrischen, elektrohydraulischen, magnetischen Antrieb (15) gesteuert und angetrieben ist.

Die Stirlingmaschine 9 ist vorzugsweise hermetisch geschlossen ausgeführt, wobei der Generator in herkömmlicher Ausführung im geschlossenen Kurbelgehäuse der Stirlingmaschine 9 integriert sein kann.

Der Verdränger 13 ist bei der gegenständlichen Stirlingmaschine vom Arbeitskolben 14 mechanisch entkoppelt und wird über einen elektrischen oder elektrohydraulischen Antrieb 15 oder durch die Anziehungs- bzw. Abstoßungskräfte von Steuermagneten oder Elektromagneten 17 gesteuert und angetrieben und führt eine vorzugsweise Drehbewegung um seine eigene Achse aus, wozu dieser von einem Elektromotor 15 und/ oder durch die Anziehungs- bzw. Abstoßungskräfte von Steuermagnete 17 in die optimale Position versetzt werden kann.

Der Einsatzbereich der gegenständlichen Stirlingmaschine reicht von Wärmekraftkopplungen für Biomasse, Solarenergie, fossile Biomasse bis hin zur allgemeinen Antriebstechnik, sowie für den Einsatz als Kühlaggregat und oder Wärmepumpe. Ein Einsatz der Erfindung für militärische Zwecke ist nicht erwünscht.

Legende:

1. Wärmequelle /Heizkessel 1
2. Vorlauf/Zwischenkreislauf 3
3. Rücklauf/Zwischenkreislauf 4
4. Vorlauf/Wärmesenke 5
5. Rücklauf/Wärmesenke 6
6. Wärmetauscher/Zwischenkreislauf /Heizkessel 7
7. Wärmetauscher/Zwischenkreislauf /Stirlingmotor 8
8. Stirlingmotor 9
9. Wärmetauscher/Stirlingmotor /Wärmequelle 10
10. Wärmetauscher/Stirlingmotor /Wärmesenke 11
11. Regenerator 12
12. Verdränger 13
13. Arbeitskolben 14
14. elektrische/elektrohydraulische Steuerung/Verdränger 15
15. Wärmetauscherrippen 16
16. Steuermagnete 17
17. Umwälzvorrichtung 18
18. verschließbare Einfüllöffnung 19
19. Steuermagnete 20
20. Spulen 21
21. Läufer 22
22. Wicklungen 23
23. Außenantrieb Umwälzvorrichtung 24
24. magnetische Kupplung 25
25. Welle 27
26. Kurbelwelle 26

Patentansprüche

1. Stirlingmaschine dadurch gekennzeichnet, dass der Verdränger (13) vom Arbeitskolben (14) der die Energie mechanisch auf eine rotierende Welle (27) überträgt mechanisch entkoppelt ist und über einen elektrischen, elektrohydraulischen, magnetischen Antrieb (15), (17) gesteuert und angetrieben ist und ein geschlossener als Ringleitung ausgeführter Zwischenkreislauf (7,3,4,8) mit einer zur Komprimierung des Mediums verschließbare Öffnung (19) versehen ist, in welchem ein Medium umgewälzt wird, mit dem die thermische Energie auf die Stirlingmaschine (9) übertragen wird.
2. Stirlingmaschine nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass im dem Zwischenkreislauf (3,4,8,7) zur Umwälzung des Mediums im Zwischenkreislauf eine Umwälzvorrichtung (18) angeordnet ist.
3. Stirlingmaschine nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass von der Stirlingmaschine (9) Steuermagneten (20) angetrieben werden und die Spulen (21) außerhalb des Gehäuses der Stirlingmaschine 9 angeordnet sind.
4. Stirlingmaschine nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass ein durch das geschlossene Gehäuse der Stirlingmaschine (9) geteilter Asynchrongenerator angeordnet ist, bei dem sich der Läufer (22) im Inneren des Gehäuses der Stirlingmaschine (9) und die Wicklungen (23), außerhalb des Gehäuses der Stirlingmaschine (9) angeordnet sind.

5. Stirlingmaschine nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass am Arbeitskolben (14) der Stirlingmaschine (9) durch Steuermagneten (17) ein Gegenmagnet (17) angezogen, bzw. abgestoßen wird und den Verdränger (13) bewegt.
6. Stirlingmaschine nach Anspruch 1 dadurch gekennzeichnet, dass eine Umwälzvorrichtung (18) zum Transport des Mediums im Zwischenkreislauf (7,3,4,8) angeordnet ist die von Außen über eine elektromagnetische Kupplung (25) angetrieben wird.

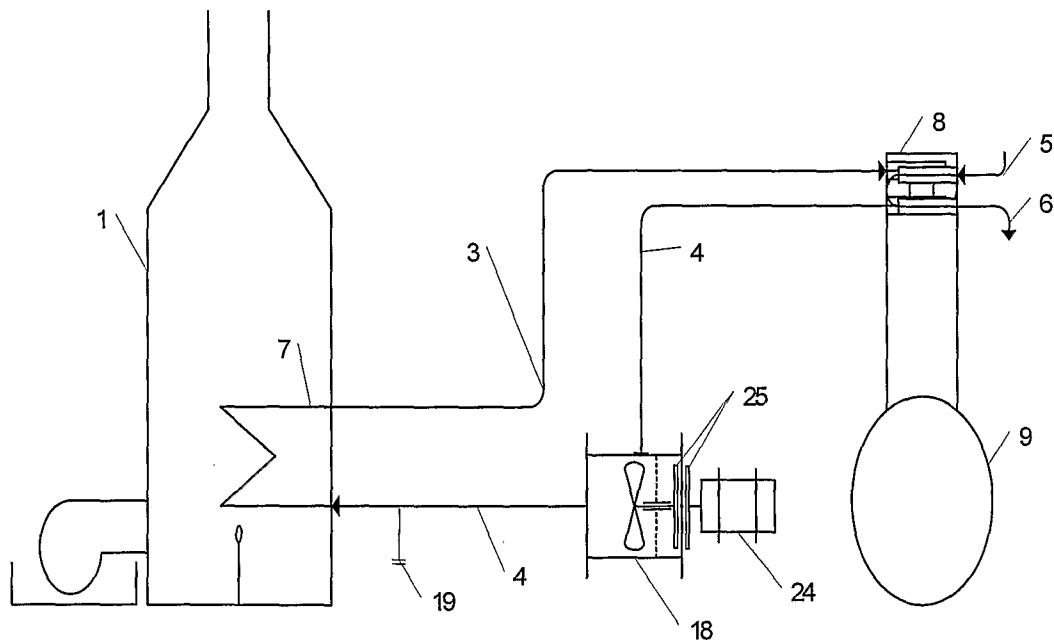


Fig 1

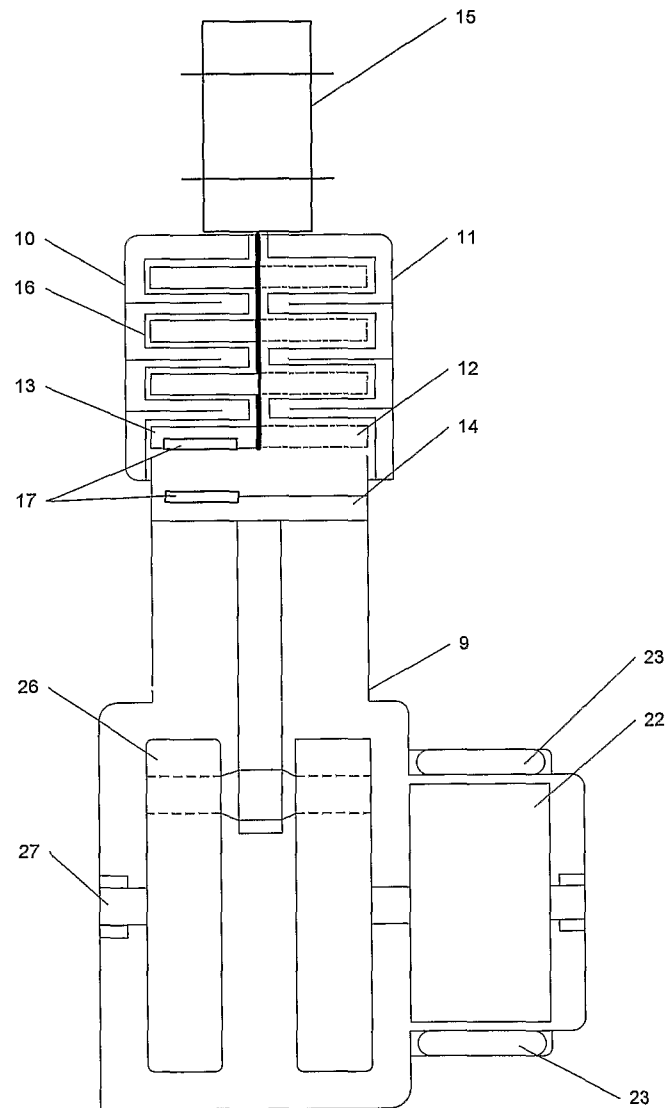


Fig.2

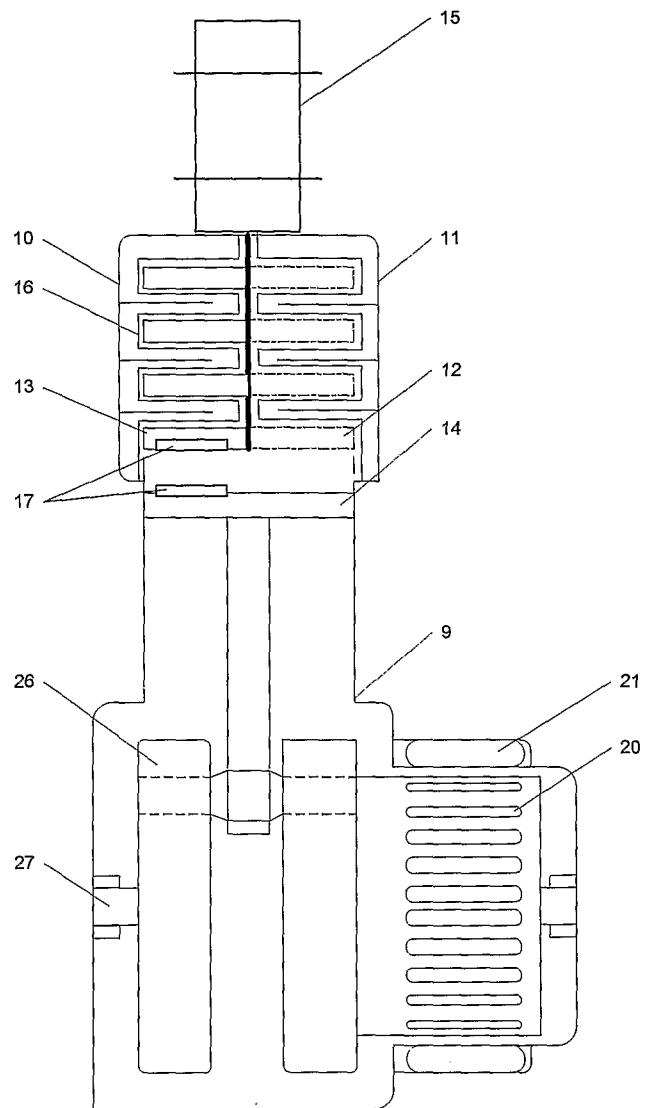


Fig.3

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/AT2007/000174

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
 INV. F02G1/043 H02K7/18

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

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
 F02G H02K

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

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

EPO-Internal

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2005/035962 A (SERVIS WILHELM [CH]; VON SEGESSER LUDWIG K [CH]) 21 April 2005 (2005-04-21)	1,2,6
Y	page 4, line 23 – page 11, line 17; figures	3,5
X	WO 03/060310 A (SERVIS WILHELM [CH]; VON SEGESSER LUDWIG K [CH]) 24 July 2003 (2003-07-24)	1,2,6
	page 11, line 14 – page 15, line 26; figure 7	
Y	JP 61 164448 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 25 July 1986 (1986-07-25)	3
A	abstract	1
	----- -/--	

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☒ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

- *A* document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- *E* earlier document but published on or after the international filing date
- *L* document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- *O* document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- *P* document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- *T* later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- *X* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- *Y* document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
- *&* document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

27 July 2007

Date of mailing of the international search report

03/08/2007

Name and mailing address of the ISA/

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
 NL - 2280 HV Rijswijk
 Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
 Fax: (+31-70) 340-3016

Authorized officer

von Arx, Hans

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No

PCT/AT2007/000174

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 58 141647 A (SANYO ELECTRIC CO; TOKYO SANYO ELECTRIC CO) 23 August 1983 (1983-08-23) cited in the application	5
A	abstract	1
A	----- DE 296 14 666 U1 (SACHSENRING ENTWICKLUNGSGESELL [DE]) 2 January 1998 (1998-01-02) cited in the application the whole document	1,3,4
A	----- GB 630 429 A (PHILIPS NV) 13 October 1949 (1949-10-13) cited in the application the whole document	1,2

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/AT2007/000174

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
WO 2005035962	A	21-04-2005	EP 1700023 A2	13-09-2006
WO 03060310	A	24-07-2003	AU 2002350369 A1	30-07-2003
			AU 2002350371 A1	30-07-2003
			WO 03060309 A1	24-07-2003
			EP 1461523 A1	29-09-2004
			US 2005072149 A1	07-04-2005
JP 61164448	A	25-07-1986	NONE	
JP 58141647	A	23-08-1983	NONE	
DE 29614666	U1	02-01-1998	WO 9807972 A1	26-02-1998
			EP 0918924 A1	02-06-1999
			JP 2000516320 T	05-12-2000
GB 630429	A	13-10-1949	NONE	

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES
INV. F02G1/043 H02K7/18

Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC

B. RECHERCHIERTE GEBIETE

Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole)
F02G H02K

Recherchierte, aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen

Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)

EP0-Internal

C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	WO 2005/035962 A (SERVIS WILHELM [CH]; VON SEGESESSER LUDWIG K [CH]) 21. April 2005 (2005-04-21)	1,2,6
Y	Seite 4, Zeile 23 - Seite 11, Zeile 17; Abbildungen	3,5
X	WO 03/060310 A (SERVIS WILHELM [CH]; VON SEGESESSER LUDWIG K [CH]) 24. Juli 2003 (2003-07-24)	1,2,6
	Seite 11, Zeile 14 - Seite 15, Zeile 26; Abbildung 7	
Y	JP 61 164448 A (TOKYO SHIBAURA ELECTRIC CO) 25. Juli 1986 (1986-07-25)	3
A	Zusammenfassung	1
	----- -/--	

☒ Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen ☒ Siehe Anhang Patentfamilie

- * Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :
- *A* Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist
 - *E* älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist
 - *L* Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)
 - *O* Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht
 - *P* Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist
 - *T* Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist
 - *X* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden
 - *Y* Veröffentlichung von besonderer Bedeutung; die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist
 - *Z* Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist

Datum des Abschlusses der internationalen Recherche	Absendedatum des internationalen Recherchenberichts
27. Juli 2007	03/08/2007
Name und Postanschrift der Internationalen Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016	Bevollmächtigter Bediensteter von Arx, Hans

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
Y	JP 58 141647 A (SANYO ELECTRIC CO; TOKYO SANYO ELECTRIC CO) 23. August 1983 (1983-08-23) in der Anmeldung erwähnt	5
A	Zusammenfassung -----	1
A	DE 296 14 666 U1 (SACHSENRING ENTWICKLUNGSGESELL [DE]) 2. Januar 1998 (1998-01-02) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument	1,3,4
A	GB 630 429 A (PHILIPS NV) 13. Oktober 1949 (1949-10-13) in der Anmeldung erwähnt das ganze Dokument -----	1,2

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/AT2007/000174

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument			Datum der Veröffentlichung		Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung	
WO 2005035962	A	21-04-2005	EP	1700023	A2		13-09-2006	
WO 03060310	A	24-07-2003	AU	2002350369	A1		30-07-2003	
			AU	2002350371	A1		30-07-2003	
			WO	03060309	A1		24-07-2003	
			EP	1461523	A1		29-09-2004	
			US	2005072149	A1		07-04-2005	
JP 61164448	A	25-07-1986	KEINE					
JP 58141647	A	23-08-1983	KEINE					
DE 29614666	U1	02-01-1998	WO	9807972	A1		26-02-1998	
			EP	0918924	A1		02-06-1999	
			JP	2000516320	T		05-12-2000	
GB 630429	A	13-10-1949	KEINE					