



(19)  
 Bundesrepublik Deutschland  
 Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2008 039 020 A1** 2010.02.25

(12)

## Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2008 039 020.8**

(22) Anmeldetag: **21.08.2008**

(43) Offenlegungstag: **25.02.2010**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **F02G 1/00** (2006.01)  
**F02G 5/02** (2006.01)

(71) Anmelder:

**Bremer Institut für Produktion und Logistik  
 GmbH, 28359 Bremen, DE; Deutsche Post AG,  
 53113 Bonn, DE**

(74) Vertreter:

**Jostarndt Patentanwalts-AG, 52074 Aachen**

(72) Erfinder:

**Franck, Hermann, Dipl.-Ing., 27721 Ritterhude, DE;  
 Heitkötter, Jan, 28197 Bremen, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht  
 gezogene Druckschriften:

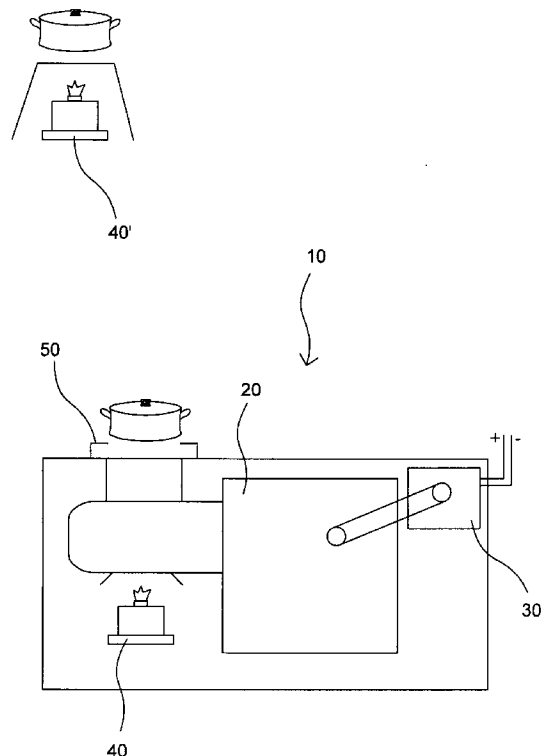
<b>GB</b>	<b>24 06 619</b>	<b>A</b>
<b>DE</b>	<b>35 02 308</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>100 35 289</b>	<b>A1</b>
<b>DE</b>	<b>29 33 067</b>	<b>A1</b>

**Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen**

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Vorrichtung zur kombinierten Erzeugung von Wärme und Energie in Form von Elektrizität**

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung (10) zur kombinierten Erzeugung von Wärme und Energie in Form von Elektrizität, umfassend einen Heißgasmotor (20) nach dem Sterlingprinzip in Verbindung mit einem elektrischen Generator (30), wobei der Heißgasmotor (20) thermische Energie einer externen Wärmequelle (40) in mechanische Energie umwandelt, welche dem elektrischen Generator (30) zugeführt wird, der die mechanische Energie in elektrische Energie umwandelt. Die Vorrichtung zeichnet sich dadurch aus, dass beliebige und austauschbare externe Wärmequellen (40) an der heißen Seite (21) des Heißgasmotors (20) anbringbar sind, wobei wenigstens ein Teil der Wärme der externen Wärmequelle (40) und/oder der Abwärme des Heißgasmotors (20) ferner einem externen Aggregat (50; 51; 60; 70) zugeführt wird.



**Beschreibung**

arbeitet.

**[0001]** Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zur kombinierten Erzeugung von Wärme und Energie in Form von Elektrizität gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1, umfassend einen Heißgasmotor nach dem Sterlingprinzip in Verbindung mit einem elektrischen Generator, wobei der Heißgasmotor thermische Energie einer externen Wärmequelle in mechanische Energie umwandelt, welche dem elektrischen Generator zugeführt wird, der die mechanische Energie in elektrische Energie umwandelt. In Ländern mit schlechter oder nicht vorhandener Stromversorgung erfolgt die Stromversorgung in der Regel mittels Generatoren, die mit fossilen Brennstoffen betrieben werden. Gerade in diesen Ländern mit geringem Bruttoinlandsprodukt stellt die Beschaffung dieser Brennstoffe jedoch oft ein wirtschaftliches und auch ökologisches Problem dar. Alternativen zur Nutzung fossiler Energieträger sind daher die Nutzung von Wind- und Solarenergie.

**[0002]** Auf dem Markt erhältlich sind ferner mehrere Lösungen zur Wärmeerzeugung für Kochstellen mit kleinen Wärmeerzeugern, die mit Öl oder Gas aus lokaler Produktion betrieben werden. Diese Kochstellen sind üblicherweise einfach und an die lokalen Produktionsmöglichkeiten angepasst konstruiert. Die Hauptmotivation zum Einsatz dieser Kochstellen ist die Vermeidung der Nutzung von Holz als Brennstoff, um die lokale ökologische Situation zu verbessern. Beispielsweise kann als Brennstoff Pflanzenöl eingesetzt werden, das im Rahmen der Kreislaufwirtschaft zur Energieerzeugung oder zum Antrieb von Kraftmaschinen genutzt werden kann. Auch kann in Kläranlagen entstehendes Methan zu Koch- oder Wärmezwecken eingesetzt werden, wenn es nicht als Abfallprodukt nutzlos abgefackelt werden soll.

**[0003]** Um Pflanzenöl oder Biogas auch zur Stromerzeugung nutzen zu können, sind jedoch ein erheblicher maschineller Aufwand und kontinuierliche Wartungsarbeiten erforderlich, was in den angestrebten Einsatzgebieten oftmals nicht realisiert werden kann, da dies mit hohen Kosten verbunden ist. Ferner können solche Vorhaben an den hohen technologischen Anforderungen zur Aufbereitung (Reinigung) der Biogase scheitern. Werden die Biogase jedoch nicht aufbereitet, reduzieren sie wiederum die Standzeiten der üblicherweise zur Stromerzeugung eingesetzten Ottomotoren.

**[0004]** Eine interessante Alternative stellt dabei daher der Einsatz von Stirlingmotoren dar, die von einer externen Energiequelle mit Wärme versorgt werden, die mittels nachwachsender Rohstoffe betrieben werden kann. Insbesondere Biogas könnte in der Wärmequelle eines Stirlingmotors verbrannt werden, ohne dass die Gase zuvor gereinigt werden müssen, da der Stirlingmotor mit einer externen Wärmequelle

**[0005]** Der Stirlingmotor ist ein Heißluftmotor in Form einer periodisch arbeitenden Wärmekraftmaschine, die Wärmeenergie in mechanische Energie umwandelt. Im Stirlingmotor wird ein abgeschlossenes Arbeitsgas wie beispielsweise Luft oder Helium von außen an zwei verschiedenen Bereichen abwechselnd erhitzt und gekühlt, um so mechanische Energie zu erzeugen, die von einem angeschlossenen Generator in elektrische Energie umgewandelt werden kann.

**[0006]** Als mögliche Einsatzgebiete von Stirlingmotoren sind beispielsweise transportable Heizsysteme für Outdoor-Anwendungen bekannt, wie sie in der Deutschen Offenlegungsschrift DE 40 19 856 A1 beschrieben sind. Dabei wird ein Stirlingmotor dazu genutzt, um ein Ventilationssystem anzutreiben, das warme Luft aus einem Wärmetauscher in Zelte oder spezielle Luftmatratzen transportiert, wobei sowohl der Stirlingmotor als auch der Wärmetauscher Wärme von einer transportablen Wärmequelle beziehen.

**[0007]** Im Bereich der Gewinnung von Wärme aus einem Ofen, einem Schornstein oder dem Abgassammelrohr eines Kraftfahrzeugs offenbart die Deutsche Offenlegungsschrift DE 29 33 067 A1 ferner ein Aggregat, mit dem sichergestellt werden kann, dass die mit einem Heißgasmotor erzeugte generatorische Wechselspannung und Frequenz innerhalb üblicher Toleranzen liegt. Dies gelingt dadurch, dass die am Generator gemessene Abweichung der jeweiligen Betriebswechselspannung vom Sollwert unmittelbar über magnetisch-mechanische Stellglieder wie Klappen und Ventile auf den zum Antrieb des Heißgasmotors dienenden Wärmeenergiefluss einwirkt.

**[0008]** Aufgabe der Erfindung ist es, einen Heißgasmotor nach dem Sterlingprinzip in einer Vorrichtung auf einfache Weise für die kombinierte Erzeugung von Wärme und elektrischer Energie nutzbar zu machen, um sie insbesondere in Ländern mit geringem Bruttoinlandsprodukt einsetzen können.

**[0009]** Erfindungsgemäß wird diese Aufgabe durch eine Vorrichtung mit den Merkmalen des unabhängigen Anspruchs 1 gelöst. Vorteilhafte Weiterbildungen der Vorrichtung ergeben sich aus den Unteransprüchen 2–9.

**[0010]** Die erfindungsgemäße Vorrichtung zur kombinierten Erzeugung von Wärme und Energie in Form von Elektrizität umfasst einen Heißgasmotor nach dem Sterlingprinzip und einen elektrischen Generator, wobei der Heißgasmotor thermische Energie einer externen Wärmequelle in mechanische Energie umwandelt, welche dem elektrischen Generator zugeführt wird, der die mechanische Energie in elektrische Energie umwandelt. Die Erfindung sieht vor,

dass eine beliebige und austauschbare externe Wärmequelle an der heißen Seite des Heißgasmotors anbringbar ist, wobei wenigstens ein Teil der Wärme der externen Wärmequelle und/oder der Abwärme des Heißgasmotors ferner einem weiteren externen Aggregat zugeführt wird. Die externe Wärmequelle ist vorzugsweise mit nachwachsenden Rohstoffen betreibbar.

**[0011]** Die externe Wärmequelle kann insbesondere eine herkömmliche Kochstelle sein, die mit Pflanzenöl, Biogas oder nachwachsenden Feststoffen betrieben wird. Diese Wärmequelle kann somit von Personen auch unabhängig vom Betrieb der erfindungsgemäßen Vorrichtung als übliche Kochstelle genutzt werden. In dieser Funktion dient sie lediglich zur Wärmeerzeugung. Soll die erfindungsgemäße Vorrichtung zur kombinierten Erzeugung von Wärme und Strom in Betrieb genommen werden, kann die Kochstelle als externe Wärmequelle an der warmen Seite des Heißgasmotors angeschlossen werden. Dabei ist die Wärmeerzeugung an der warmen Seite des Stirlingmotors nicht auf eine bestimmte Wärmequelle ausgerichtet, sondern es können vorzugsweise unterschiedliche und damit austauschbare Wärmequellen genutzt werden.

**[0012]** Vorzugsweise sind als externes Aggregat eine Kochstelle und/oder ein Backofen angeschlossen. So kann die Abwärme des Stirlingmotors und/oder ergänzend auch ein Teil der Wärme der externen Wärmequelle auf vorteilhafte Weise für andere Aggregate genutzt werden, um so den Gesamtwirkungsgrad der Vorrichtung zu erhöhen. Dieses externe Aggregat kann beispielsweise auch ein Wärmetauscher sein, mit dem ein Fluid erwärmt wird. Der Wärmetauscher kann somit für die Brauchwassererwärmung genutzt werden.

**[0013]** In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung ist das externe Aggregat eine Kältemaschine, welche die aufgenommene Wärme der externen Wärmequelle und/oder die Abwärme des Heißgasmotors in Kälte umwandelt. Als Kältemaschine kann beispielsweise eine Absorptionskältemaschine vorgesehen sein, mit der Lebensmittel gekühlt werden können. Auch der Einsatz der Kältemaschine als Klimaanlage für Räume ist möglich.

**[0014]** In einem weiteren Ausführungsbeispiel der Erfindung wird die Kältemaschine zur Kühlung der kalten Seite des Heißgasmotors eingesetzt. So kann die Temperaturdifferenz zwischen der warmen Seite und der kalten Seite des Heißgasmotors reduziert werden, was den Wirkungsgrad des Motors erhöht.

**[0015]** Um eine Regelung bei Leerlauf vorzusehen, wenn keine elektrische Energie abgenommen wird, kann vorgesehen sein, dass ein Drehzahlmesser fortlaufend die Drehzahl des Heißgasmotors erfasst

und an ein Steuergerät übermittelt, welches bei Überschreiten einer maximal zulässigen Drehzahl einen Lastwiderstand auf den Generator schaltet. Alternativ kann der Heißgasmotor auch einen Fliehkraftregler aufweisen, der bei Überschreiten einer maximal zulässigen Drehzahl einen Lastwiderstand auf den Generator schaltet. In beiden Fällen kann die am Lastwiderstand abgenommene Leistung wiederum zur Erhitzung eines externen Aggregats wie einer elektrischen Kochplatte verwendet werden.

**[0016]** Der wesentliche Vorteil der Erfindung liegt darin, dass als externe Wärmequelle für den Heißgasmotor beliebige austauschbare Wärmequellen eingesetzt werden, wobei es sich vorzugsweise um Wärmequellen handelt, die üblicherweise als Kochstellen eingesetzt werden. Diese Wärmequellen können somit wahlweise als Kochstelle oder zum Betrieb des Stirlingmotors und damit zur Stromerzeugung eingesetzt werden. Auch eine kombinierte Erzeugung von Wärme und Strom ist möglich, da die Abwärme des Stirlingmotors und/oder ein Teil der Wärme der externen Wärmequelle vorzugsweise abgeführt und in externen Aggregaten wie Backöfen, Wärmetauschern oder Kältemaschinen genutzt werden. Da nur etwa 1/10 der zugeführten Energie von dem Stirlingmotor und dem elektrischen Generator in elektrische Energie umgewandelt werden kann, stehen die verbleibenden 9/10 für die weitere Verwendung zur Verfügung.

**[0017]** Insbesondere die Abführung der Wärme zur Nutzung in Kältemaschinen hat den Vorteil, dass mit diesen Kältemaschinen eine Kühlung der kalten Seite des Stirlingmotors erfolgen kann, wodurch sich der Wirkungsgrad des Stirlingmotors erhöhen lässt.

**[0018]** Weitere Vorteile, Besonderheiten und zweckmäßige Weiterbildungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen und der nachfolgenden Darstellung bevorzugter Ausführungsbeispiele anhand der Abbildungen.

**[0019]** Von den Abbildungen zeigt:

**[0020]** Fig. 1 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung unter Verwendung einer Kochstelle als Wärmequelle des Heißgasmotors;

**[0021]** Fig. 2 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem angeschlossenen Backofen;

**[0022]** Fig. 3 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einem angeschlossenen Wärmetauscher;

**[0023]** Fig. 4 ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit einer angeschlossenen Kältemaschine;

[0024] **Fig. 5** ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Drehzahlmesser; und

[0025] **Fig. 6** ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung mit Luftführung.

[0026] In **Fig. 1** ist schematisch ein Ausführungsbeispiel der erfindungsgemäßen Vorrichtung **10** zur kombinierten Erzeugung von Wärme und Energie in Form von Elektrizität gezeigt. Das System umfasst einen Heißgasmotor **20** nach dem Stirlingprinzip, der mechanisch mit einem elektrischen Generator **30** verbunden ist. Diese mechanische Verbindung ist in **Fig. 1** über einen Riemen dargestellt. Der Stirlingmotor kann auf übliche Weise aufgebaut sein, wobei beispielsweise zwischen einem  $\alpha$ -Typ, einem  $\beta$ -Typ und einem  $\gamma$ -Typ gewählt werden kann, wie sie aus der Literatur bekannt sind. Beim  $\alpha$ -Typ sind zwei Kolben in separaten Zylindern untergebracht und wirken um  $90^\circ$  versetzt auf eine gemeinsame Kurbelwelle. Beim  $\beta$ -Typ laufen beide Kolben in einem Zylinder und beim  $\gamma$ -Typ sind Arbeits- und Verdrängerkolben in verschiedenen miteinander verbundenen Zylindern untergebracht. Jede andere Bauart eines Stirlingmotors kann jedoch ebenfalls eingesetzt werden.

[0027] Der Heißgasmotor **20** weist eine warme Seite und eine kalte Seite auf, zwischen denen das Arbeitsgas hin- und herbewegt wird, wobei die warme Seite in dem in **Fig. 1** dargestellten Ausführungsbeispiel links liegt, während die kalte Seite rechts liegt. An der warmen Seite ist eine Wärmequelle **40** angeordnet, welche das Arbeitsgas des Heißgasmotors, bei dem es sich beispielsweise um Luft oder Helium handeln kann, von außen erwärmt. Auf dem Weg zur kalten Seite gibt das Arbeitsgas seine Wärme üblicherweise an einen nicht dargestellten Regenerator ab, welcher die Wärme vorübergehend speichert und wieder an das Gas abgibt, wenn es von der kalten Seite zurück zur warmen Seite strömt. Unabhängig von der Bauart des Motors wird das Arbeitsgas im warmen Bereich des Motors ausgedehnt und im kalten Bereich zusammengedrückt, so dass aus der resultierenden Kolbenbewegung mechanische Arbeit erzeugt wird.

[0028] Der Stirlingmotor **20** wird auf der warmen Seite von einer externen Wärmequelle **40** erhitzt, bei der es sich vorzugsweise um eine herkömmliche Kochstelle handelt, die losgelöst von der erfindungsgemäßen Vorrichtung **10** als Kochstelle **40'** auch für Kochzwecke eingesetzt werden kann. Bei der Kochstelle handelt es sich beispielsweise um einen Brenner, der mit Gas, Öl oder Feststoffen betrieben werden kann. Dabei werden vorzugsweise Biogas, Pflanzenöl oder nachwachsende Feststoffe eingesetzt. Die Wärmequelle **40** wird an einer vorgegebenen Stelle an der warmen Seite des Motors **20** positioniert und in Betrieb genommen. Ist die gesamte

Vorrichtung **10** in einem Gehäuse untergebracht, wird die Wärmequelle **40** so in das Gehäuse eingebracht, dass eine ausreichende Lüftung gewährleistet ist. Dies kann beispielsweise durch geeignete Lüftungsschlitze erfolgen. Die warme Seite des Motors **20** kann jedoch auch aus einem Gehäuse herausragen, so dass die Wärmequelle **40** lediglich darunter platziert werden muss.

[0029] Die im Stirlingmotor erzeugte mechanische Energie wird einem elektrischen Generator **30** zugeführt, welcher diese Bewegungsenergie in Energie in Form von Elektrizität umwandelt. Der Generator kann daher beispielsweise an ein Stromnetz oder direkt an einen oder mehrere Verbraucher angeschlossen sein.

[0030] Vorzugsweise kann die Wärme der Wärmequelle **40** bzw. die Abwärme des Stirlingmotors **20** gleichzeitig zum Kochen verwendet werden, so dass beim Kochvorgang elektrischer Strom erzeugt werden kann. Eine Kochstelle **50** befindet sich dabei vorzugsweise oberhalb der Wärmequelle **40** und der warmen Seite des Heißgasmotors **20**. Da die Abwärme des Stirlingmotors sehr hoch ist, reichen die dort herrschenden Temperaturen aus, um eine Kochstelle zu betreiben. Durch diese Nutzung der Abwärme lässt sich der Gesamtwirkungsgrad der Vorrichtung steigern.

[0031] Alternativ zu einer Kochstelle kann die Wärme der Wärmequelle **40** und/oder die Abwärme des Stirlingmotors **20** auch zum Erhitzen eines Backofens **51** genutzt werden, wie es in **Fig. 2** dargestellt ist. Der Backofen ist vorzugsweise aus Schamott oder einem ähnlichen Material mit einer hohen Wärmekapazität gefertigt. Dies ermöglicht eine Nutzung des Backofens auch über die Betriebszeit des Stromerzeugers hinaus. Der Vorteil einer solchen Abwärmenutzung liegt ebenfalls in der Erhöhung des Gesamtwirkungsgrads der Vorrichtung.

[0032] Als weitere Alternative ist es möglich, den Abwärmestrom des Stirlingmotors **20** und/oder Teile der Wärme der Wärmequelle **40** einem Wärmetauscher **60** zuzuführen, welcher damit ein Fluid wie beispielsweise Brauchwasser erwärmen kann. Dies ist in **Fig. 3** dargestellt, während **Fig. 4** eine weitere Verwendung der überschüssigen Wärme des Stirlingmotors zeigt, bei der die Abwärme und/oder auch Teile der Wärme der Wärmequelle **40** einer Kältemaschine **70** zugeführt werden. Bei der Kältemaschine **70** kann es sich beispielsweise um eine Absorptionskältemaschine handeln, wie sie dem Fachmann aus dem Stand der Technik bekannt ist, so dass sie an dieser Stelle nicht ausführlich erläutert wird. Die Kältemaschine nutzt den zugeführten Wärmestrom, um thermische Energie zu transportieren und so einen Raum zu kühlen. Beispielsweise kann sie als Kühlschranks oder zur Raumkühlung in Gebäuden eingesetzt wer-

den.

**[0033]** Die Nutzung des Abwärmestroms zur Kühlung erhöht ebenfalls den Gesamtwirkungsgrad des Systems. Besonders bevorzugt ist dabei jedoch die Kühlung der kalten Seite **21** des Stirlingmotors, wie sie schematisch in Fig. 4 dargestellt ist. Durch die Kühlung lässt sich die Temperaturdifferenz zwischen der warmen Seite **22** und der kalten Seite **21** des Stirlingmotors erhöhen, was den Wirkungsgrad des Stirlingmotors erhöht. In einem Ausführungsbeispiel der Erfindung werden die Wärmetauscher für den Stirlingmotor und die Absorptionskälteanlage in einem gemeinsamen Brennraum eingesetzt.

**[0034]** Wird am Generator **30** keine elektrische Leistung abgenommen, kann dies dazu führen, dass die Drehzahl des Stirlingmotors **20** unkontrolliert ansteigt. Dies wiederum bedingt einen extrem hohen Materialverschleiß, der nach kurzer Zeit zum Totalausfall des Motors führt. Um dies zu verhindern, kann ein Drehzahlsensor **31** eingesetzt werden, welcher die Drehzahl des Stirlingmotors kontinuierlich misst und ein entsprechendes Signal an eine Steuereinheit **33** gibt, wie es in Fig. 5 dargestellt ist. Dieses Steuergerät schaltet bei Überschreiten einer maximal zulässigen Drehzahl über einen Regelungsanschluss **32** einen Lastwiderstand auf den Generator, wodurch ein weiterer Anstieg der Drehzahl verhindert wird. Die am Lastwiderstand abgenommene elektrische Leistung kann wiederum abgeführt und in geeigneter Form verwendet werden. Sie kann beispielsweise zum Erhitzen einer elektrischen Kochplatte **50** genutzt werden.

**[0035]** In einer weiteren Ausführungsform der Erfindung wird der Lastwiderstand durch einen Fliehkraftregler zugeschaltet. Weiterhin kann die Drehzahl des Motors auch direkt durch eine Fliehkraftbremse reduziert werden. Dies hat den Vorteil, dass der Motor auch bei einem Defekt der mechanischen Verbindung zwischen Motor und Generator zuverlässig abgebremst wird.

**[0036]** Ein weiteres Ausführungsbeispiel der Erfindung ist in Fig. 6 dargestellt. Hierbei ist eine Luftführung **90** vorgesehen, mit welcher dem Kompressionszylinder **21'** der kalten Seite ein Außenluftstrom **80** zugeführt wird. Die Luftführung besteht beispielsweise aus thermisch isolierten Führungsblechen, welche so angeordnet sind, dass sie über die Thermik im System eine Kaminwirkung erzeugen, um die Außenluft dem Kompressionszylinder **21'** zuzuführen. Durch die thermische Isolierung der Führungsbleche wird erreicht, dass die kalte Seite des Stirlingmotors direkt die zur Verfügung stehende Außenluft erhält, ohne dass diese zuvor durch Kontakt mit heißen Teilen erwärmt wurde. Durch die isolierten Führungsbleche wird die kalte Seite des Stirlingmotors ferner thermisch von der warmen Seite getrennt.

**[0037]** Die Zufuhr der Außenluft zum Stirlingmotor kann ferner durch ein Gebläse bzw. einen mechanischen Lüfter unterstützt werden, mit dem Außenluft angesaugt wird. Das Gebläse kann beispielsweise elektrisch angetrieben und erst aktiviert werden, wenn der Stirlingmotor über den Generator **30** Strom erzeugt. Ein Teil des vom Generator **30** erzeugten Stroms wird dann für den Antrieb des Gebläses verwendet. Möglich ist es auch, das Gebläse bereits beim Start des Stirlingmotors zu aktivieren. Da zu diesem Zeitpunkt vom Generator noch kein Strom erzeugt wird, kann das Gebläse beispielsweise manuell über eine Kurbel betrieben werden, bis der Generator **30** den Strom bereitstellen kann. Der Nutzer kann den manuellen Betrieb des Gebläses dann einstellen und der Generator übernimmt den Antrieb. In diesem Fall wäre das Gebläse so konstruiert, dass es sowohl manuell als auch elektrisch angetrieben werden kann und ein möglichst stufenloser Übergang zwischen beiden Antriebsarten erfolgen kann. Alternativ kann auch eine Stromquelle wie eine Batterie oder ein Akku vorgesehen sein, mit welcher/welchem das Gebläse beim Start des Stirlingmotors solange betrieben werden kann, bis der Generator die Stromversorgung übernimmt.

**[0038]** Ferner ist im Ausführungsbeispiel der Fig. 6 vorgesehen, dass die Außenluft nach der Aufnahme von Wärme vom Kompressionszylinder **21'** der Wärmequelle **40** als vorgewärmte Verbrennungsluft **81** zugeführt wird. Dies erfolgt vorzugsweise erneut durch isolierte Führungsbleche **90**. Der Abluftstrom **81** wird der Wärmequelle **40** dabei so zugeführt, dass dadurch ein höheres Temperaturniveau und damit ein höherer Gesamtwirkungsgrad erreicht werden. Die Zuführung erfolgt dabei beispielsweise direkt in die Flamme der Wärmequelle, wie es im Ausführungsbeispiel der Fig. 6 schematisch dargestellt ist. Je nach Bauart der Wärmequelle kann es auch vorgesehen sein, die Luft in das Gehäuse der Wärmequelle einzuspeisen, so dass sie sich innerhalb der Wärmequelle mit dem Verbrennungsgas mischt und anschließend verbrannt wird. Bei einer Wärmequelle nach dem Prinzip eines Bunsenbrenners kann die vorgewärmte Luft der Wärmequelle so zugeführt werden, dass das strömende Brenngas die vorgewärmte Luft geeignet ansaugen kann.

**[0039]** Die Zuführung der vorgewärmten Luft hängt somit stark von der Art der gewählten Wärmequelle ab. Ist es bei dem erfindungsgemäßen Stirlingmotor vorgesehen, dass an der warmen Seite unterschiedliche Wärmequellen eingesetzt werden können, kann es vorteilhaft sein, dass auch die Zuführung des vorgewärmten Luftstroms **81** zur Wärmequelle unterschiedlich gestaltet werden kann. Beispielsweise können die Führungsbleche **90** so ausgebildet sein, dass sich ihre Position manuell verändern lässt, um die Strömungsrichtung der vorgewärmten Luft an die Größe und die Position der jeweiligen Wärmequelle

anpassen zu können. Ferner kann am Ende der Luftführung ein Adapteraufsatz angebracht sein, an den unterschiedliche Wärmequellen angeschlossen werden können.

**[0040]** Ferner ist jegliche Kombination der Ausführungsbeispiele der Fig. 1–Fig. 6 oder einzelner Komponenten hiervon möglich.

#### Bezugszeichenliste

<b>10</b>	Vorrichtung
<b>20</b>	Heißgasmotor, Stirlingmotor
<b>21</b>	Kalte Seite
<b>21</b>	Kompressionszylinder
<b>22</b>	Warme Seite
<b>22'</b>	Arbeitszylinder
<b>30</b>	Generator
<b>31</b>	Drehzahlmesser
<b>32</b>	Regelungsanschluss
<b>33</b>	Steuereinheit
<b>40, 40'</b>	Wärmequelle, Kochstelle
<b>50</b>	Kochstelle, elektrische Kochplatte
<b>51</b>	Backofen
<b>60</b>	Wärmetauscher
<b>70</b>	Kältemaschine, Absorptionskältemaschine
<b>80</b>	Zuluftstrom/Außenluftstrom
<b>81</b>	Abluftstrom
<b>90</b>	Luftführungsbleche

**ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG**

*Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.*

**Zitierte Patentliteratur**

- DE 4019856 A1 [\[0006\]](#)
- DE 2933067 A1 [\[0007\]](#)

**Patentansprüche**

Lastwiderstand auf den Generator (30) schaltet.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

1. Vorrichtung (10) zur kombinierten Erzeugung von Wärme und Energie in Form von Elektrizität, umfassend einen Heißgasmotor (20) nach dem Sterlingprinzip in Verbindung mit einem elektrischen Generator (30), wobei der Heißgasmotor (20) thermische Energie einer externen Wärmequelle (40) in mechanische Energie umwandelt, welche dem elektrischen Generator (30) zugeführt wird, der die mechanische Energie in elektrische Energie umwandelt, **dadurch gekennzeichnet**, dass beliebige und austauschbare externe Wärmequellen (40) an der heißen Seite (21) des Heißgasmotors (20) anbringbar sind, wobei wenigstens ein Teil der Wärme der externen Wärmequelle (40) und/oder der Abwärme des Heißgasmotors (20) ferner einem externen Aggregat (50; 51; 60; 70) zugeführt wird.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die externe Wärmequelle (40) eine Kochstelle ist, die mit Pflanzenöl, Biogas oder nachwachsenden Feststoffen betrieben wird.

3. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 und 2, dadurch gekennzeichnet, dass das externe Aggregat eine Kochstelle (50) und/oder ein Backofen (51) ist.

4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass das externe Aggregat ein Wärmetauscher (60) ist, mit dem ein Fluid erwärmt wird.

5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass das externe Aggregat eine Kältemaschine (70) ist.

6. Vorrichtung nach Anspruch 5, dadurch gekennzeichnet, dass die Kältemaschine (70) zur Kühlung der kalten Seite (22) des Heißgasmotors (20) eingesetzt wird.

7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 5 und 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Kältemaschine (70) eine Absorptionskältemaschine ist.

8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein Drehzahlmesser (31) fortlaufend die Drehzahl des Heißgasmotors (20) erfasst und an ein Steuergerät (33) übermittelt, welches bei Überschreiten einer maximal zulässigen Drehzahl einen Lastwiderstand auf den Generator (30) schaltet.

9. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass der Heißgasmotor (20) einen Fliehkraftregler aufweist, der bei Überschreiten einer maximal zulässigen Drehzahl einen

Anhängende Zeichnungen

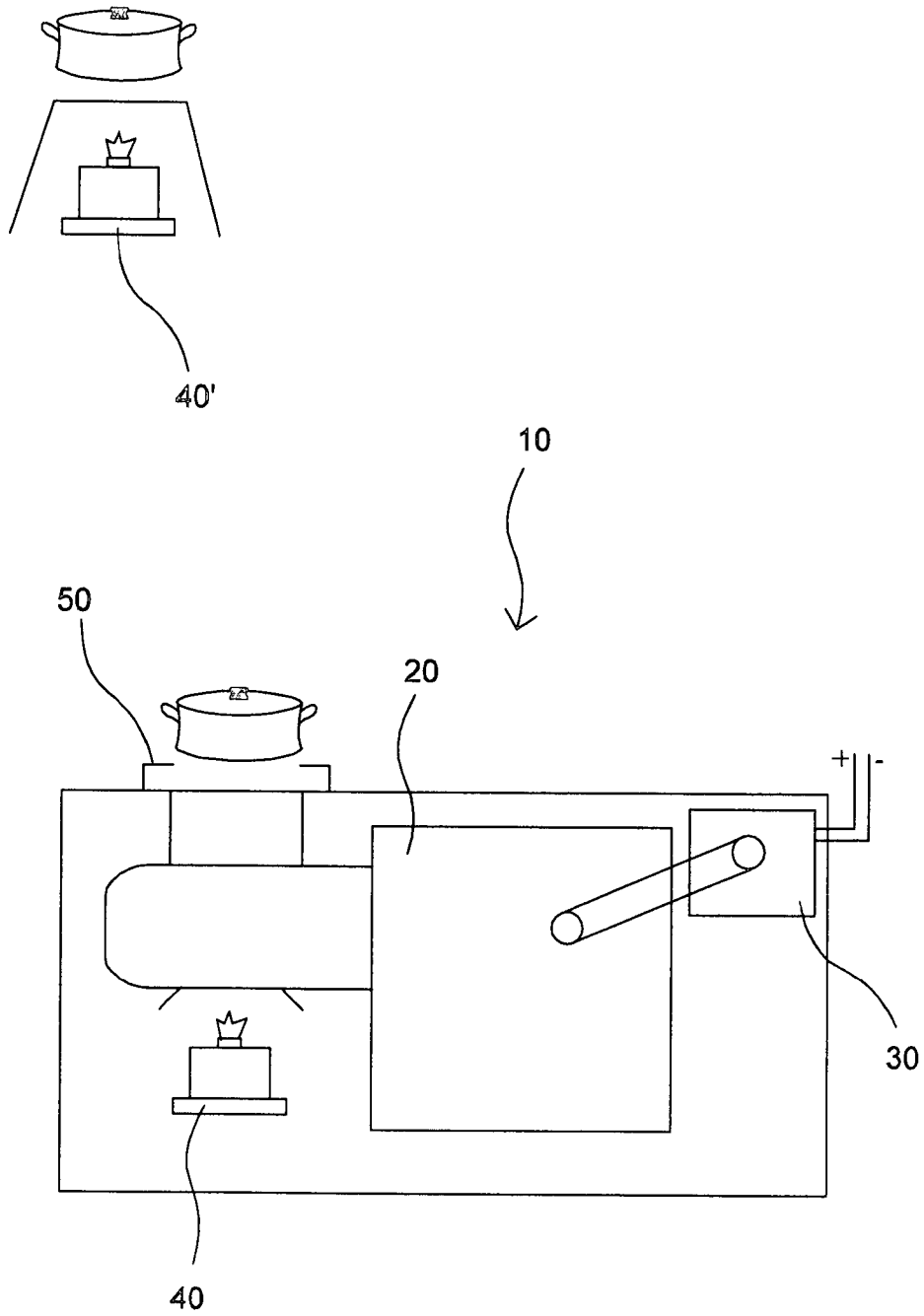


Fig. 1

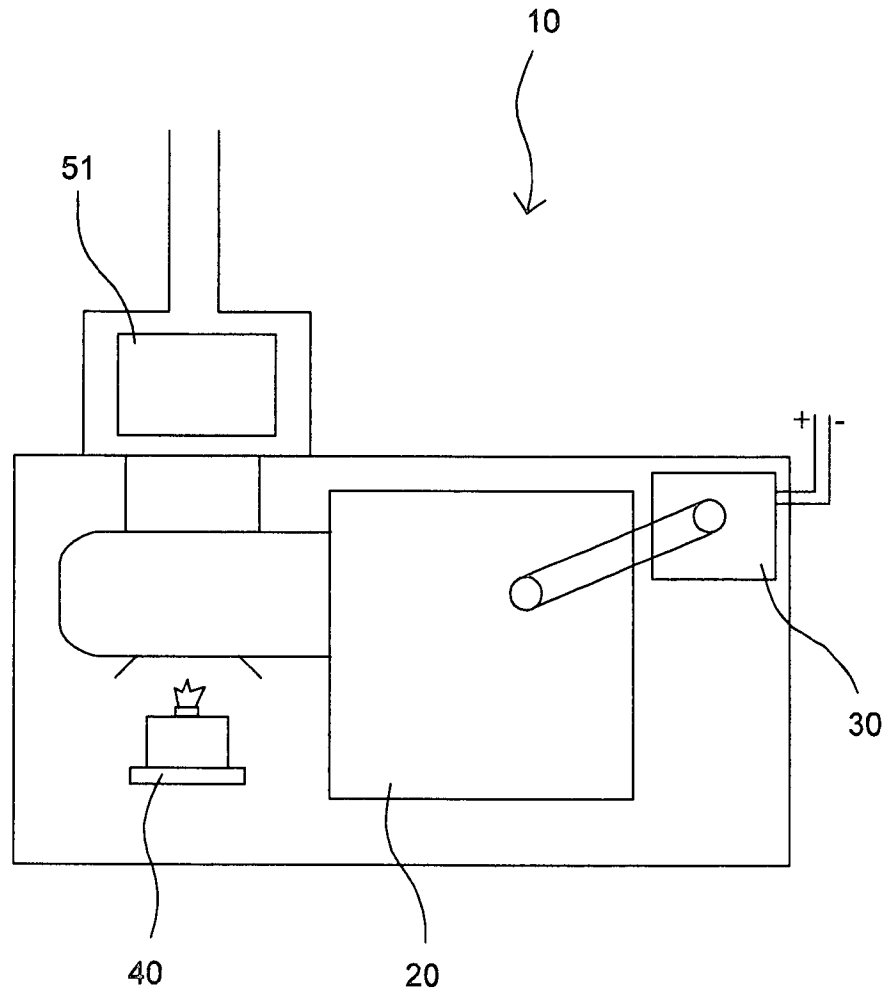


Fig. 2

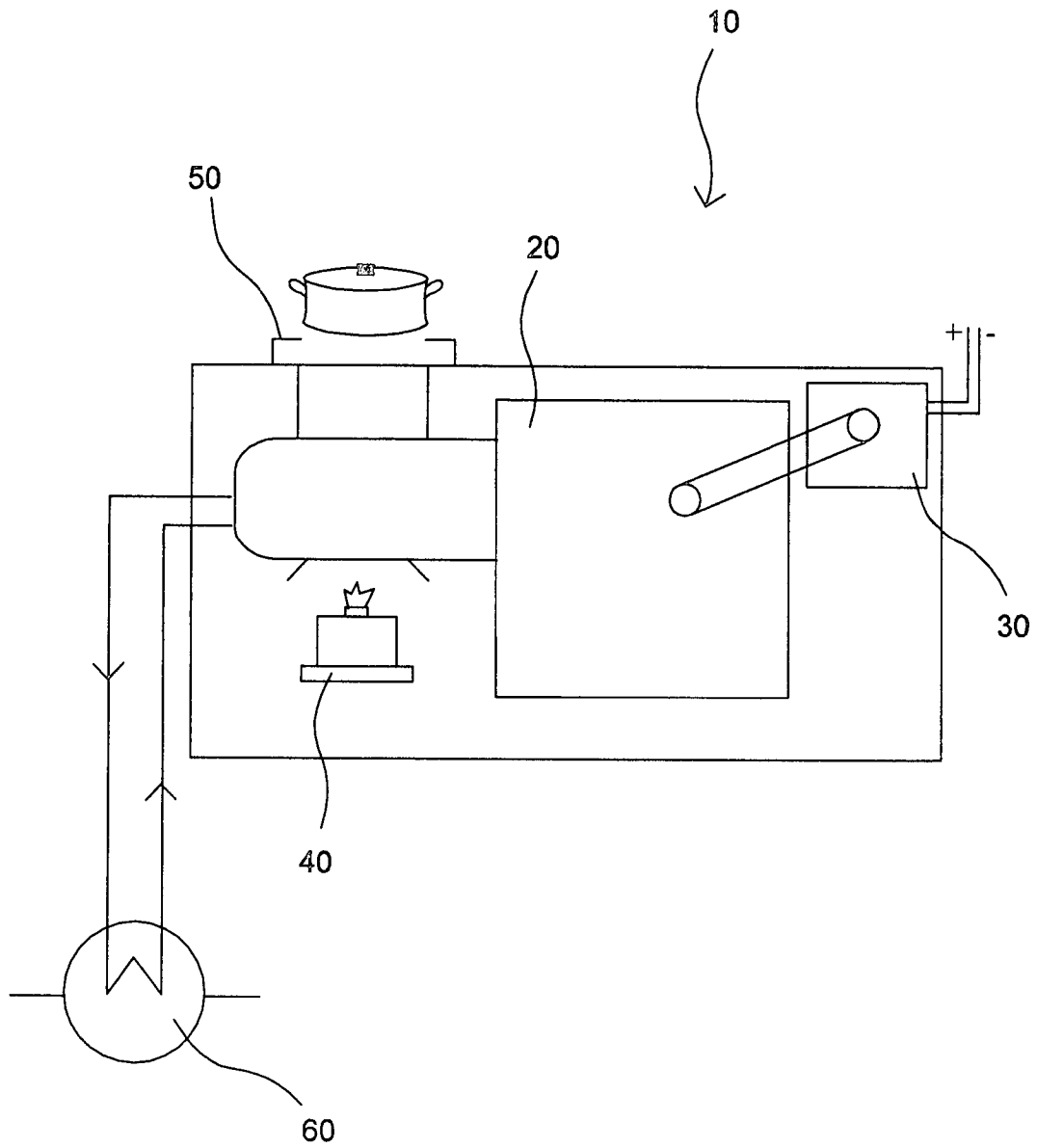


Fig. 3

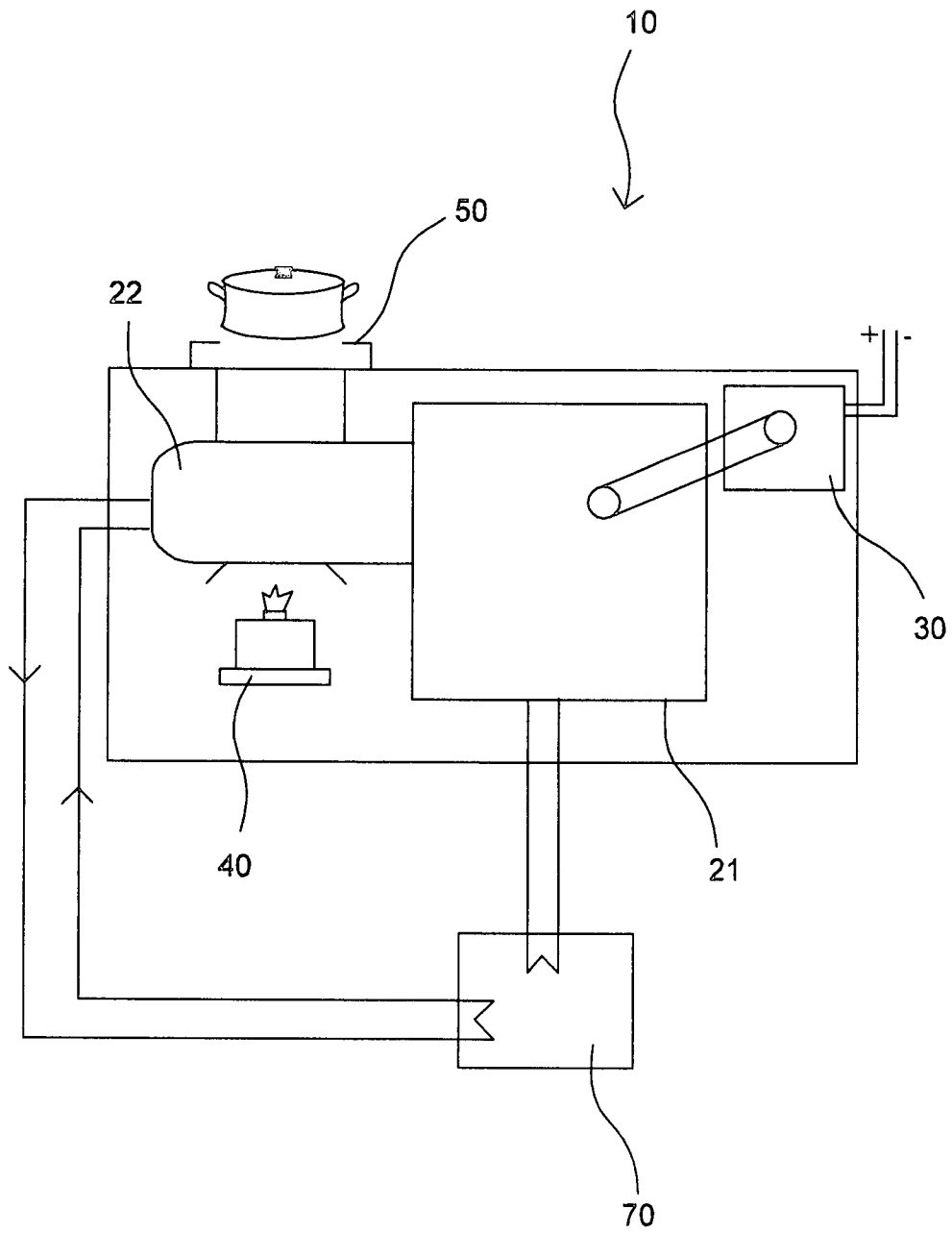


Fig. 4

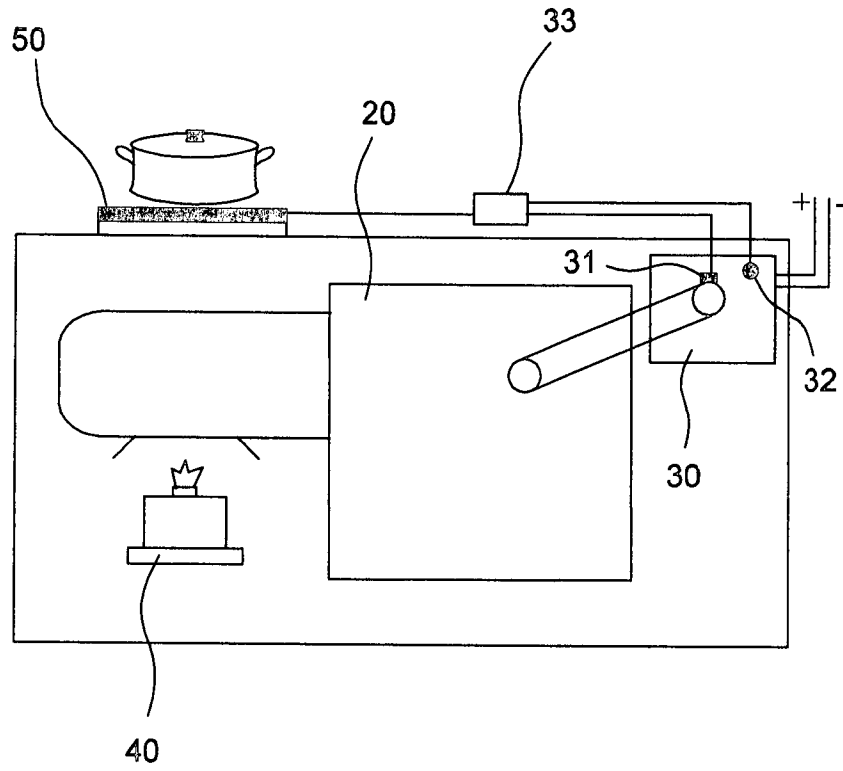


Fig. 5

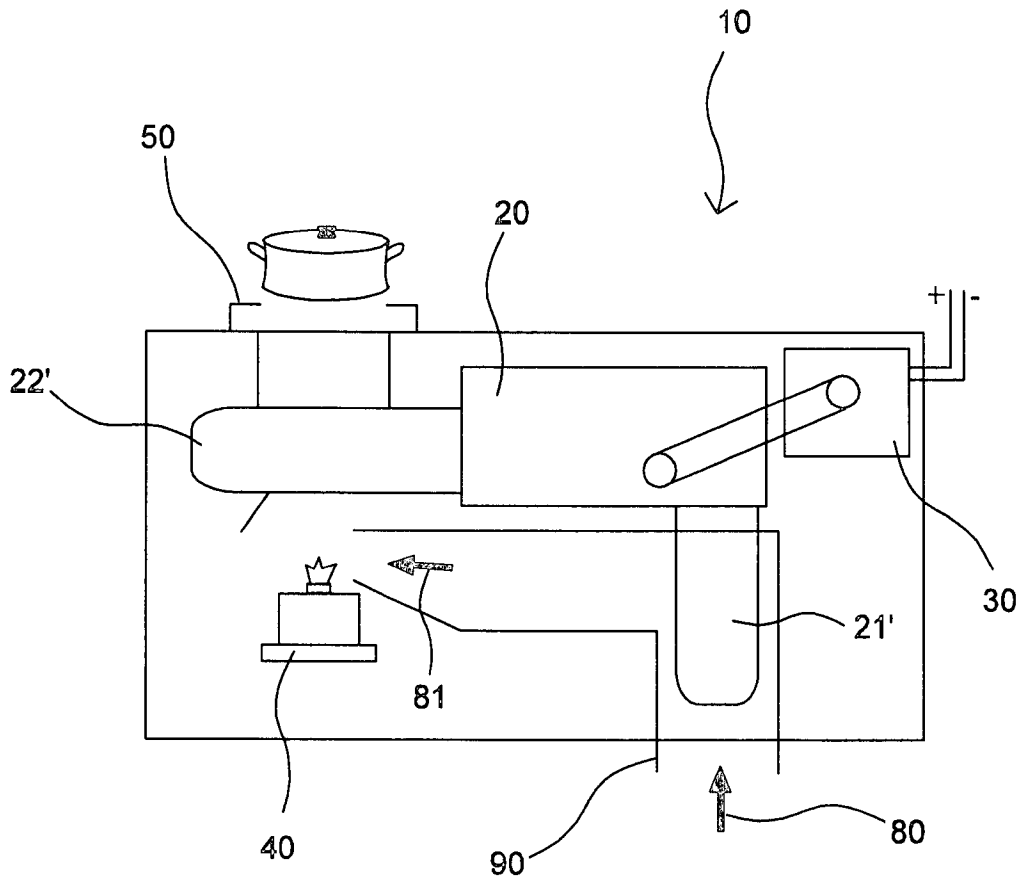


Fig. 6