

12

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

21 Anmeldenummer: 80102261.7

51 Int. Cl.³: **F 24 J 3/04**

22 Anmeldetag: 25.04.80

30 Priorität: 16.05.79 DE 2919824

43 Veröffentlichungstag der Anmeldung:
26.11.80 Patentblatt 80/24

84 Benannte Vertragsstaaten:
AT CH DE FR GB LI NL

71 Anmelder: **SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT Berlin und München**
Postfach 22 02 61
D-8000 München 22(DE)

72 Erfinder: **Heisenberg, Jochen, Prof. Dr.**
29 Garden Lane
Durham, NH 03824(US)

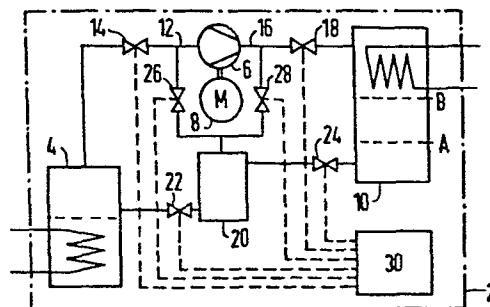
54 **Wärmepumpe und Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpe.**

57 Die Erfindung bezieht sich auf eine Wärmepumpe mit einem Verdampfer (4) für ein Kältemittel, das über einen Verdichter (6) Wärme zu einem Kondensator (10) überträgt, der über eine Rückleitung an den Verdampfer (4) angeschlossen ist.

Erfindungsgemäß ist in der Rückleitung ein Austauschgefäß (20) vorgesehen, das jeweils in Reihe mit dem Verdampfer (4) und dem Verdichter (6) sowie mit dem Verdichter (6) und dem Kondensator (10) einen getrennten Kreislauf für das Kältemittel bildet.

Durch dieses Austauschgefäß (20) können die Kreisprozeß-Verluste der Wärmepumpe begrenzt werden.

FIG 1



EP 0 019 124 A1

BEZEICHNUNG GEÄNDERT
siehe Titelseite

SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT
Berlin und München

Unser Zeichen
VPA 79 P 8 0 2 0 EUR

5 Wärmepumpe

Die Erfindung bezieht sich auf eine Wärmepumpe mit
einem Verdampfer für ein Kältemittel, das über einen
Verdichter Wärme zu einem Kondensator überträgt, der
10 über eine Rückleitung mit dem Verdampfer verbunden ist.

Durch Sonneneinstrahlung und die Tatsache, daß bei
jedem Energieverbrauch Wärme an die Umwelt abgegeben
wird, steht in der Luft, im Wasser und im Erdreich
15 immer Wärme zur Verfügung. Das Temperaturniveau dieser
Wärme ist jedoch so niedrig, daß sie zur Raumheizung im
allgemeinen nicht verwendet werden kann. Diese Erhöhung
der Temperatur übernimmt die Wärmepumpe. Eine Wärme-
pumpenanlage kann bekanntlich im wesentlichen in drei
20 Aufgabenbereiche unterteilt werden, nämlich die Wärme-
gewinnung, die Temperaturerhöhung in der Wärmepumpen-
zentrale und die Wärmeabgabe, beispielsweise an ein
Raumheizungssystem. Mit geeigneten Installationen
sammelt die Wärmepumpenanlage aus der Umgebung, insbe-
25 sondere einer Solaranlage, Wärme und leitet sie zur

Wärmepumpenzentrale, die als Hauptteile einen Verdampfer, einen Kompressor sowie einen Kondensator und eine Regeleinrichtung enthält.

- 5 Die zugeführte Wärme wird im Verdampfer auf den Kreislauf der Wärmepumpe übertragen, indem ein im Kreislauf zirkulierendes Kältemittel, beispielsweise Fluor-Kohlenwasserstoffe, zum Verdampfen gebracht wird. Dadurch nimmt das Kältemedium die zugeführte Wärme auf und
- 10 leitet sie zum Kompressor weiter. Der von einem Elektro-, Gas-, Diesel- oder auch Stirlingmotor angetriebene Kompressor verdichtet das Kältemittel unter Aufwendung von Energie und erwärmt es. Der Druck wird erhöht, bis die für das Raumheizungssystem benötigte Temperatur
- 15 erreicht ist. Im Kondensator wird das erwärmte Kältemittel wieder verflüssigt und die dadurch freiwerdende Wärme auf das Raumheizungssystem übertragen. Durch eine in der Rückleitung angeordnete gesteuerte Drosseleinrichtung wird das Kältemittel wieder auf den Druck des
- 20 Verdampfers gebracht und der Vorgang im Kreislauf der Wärmepumpe kann beim Verdampfer von neuem beginnen.

Das Kältemittel durchläuft einen thermodynamischen Prozeß zwischen der Verdampfungstemperatur T_a und der

25 Kondensationstemperatur T_i , wobei die vom Kondensator an das Heizungssystem abgegebene Wärmemenge von der mechanischen Arbeit und der Leistungszahl ϵ der Wärmepumpe abhängt. Die Leistungszahl ϵ setzt sich zusammen aus der thermodynamischen oder Carnot'schen Leistungszahl ϵ_c und dem energetischen Wirkungsgrad η der Wärmepumpe.

30

Für die aufzuwendende Energie sind die Temperaturen im Verdampfer und im Kondensator maßgebend. Damit die

35 Temperatur im Kondensator möglichst dicht über der Temperatur der zu heizenden Räume bleibt, braucht man

bekanntlich eine große Heizfläche. Es können deshalb in den zu beheizenden Räumen die Decke und der Fußboden sowie gegebenenfalls auch die Wände mit einem Heizrohrsystem versehen werden (deutsche Auslegeschrift 5 20 52 761).

Ein wesentlicher Verlust entsteht nun durch die Abweichung des Kreisprozesses der Wärmepumpe vom Carnot'schen Kreisprozeß. Diese Abweichung wird im wesentlichen verursacht durch die Drosselung, weil dann bei der Expansion Dampf entsteht. Die Verdampfungswärme kühlt die expandierende Flüssigkeit ab. Bei der Expansion des Dampfes wird jedoch die geleistete Arbeit nicht zurückgewonnen, sondern in Wärme umgesetzt. Man expandiert auf einer Linie konstanter Enthalpie, jedoch nicht auf einer Linie konstanter Entropie. Diesen Verlust kann man durch die Wahl eines Kühlmediums, dessen spezifische Wärme dividiert durch die Verdampfungswärme möglichst klein wird, zwar vermindern, jedoch nicht ausschließen.

Der Erfindung liegt nun die Aufgabe zugrunde, eine Wärmepumpe zu schaffen, bei der diese Kreisprozeß-Verluste praktisch vermieden werden.

25

Diese Aufgabe wird bei einer Wärmepumpe der eingangs genannten Art erfindungsgemäß dadurch gelöst, daß die Rückleitung ein Austauschgefäß enthält, das jeweils in Reihe mit dem Verdampfer und dem Verdichter sowie mit dem Verdichter und dem Kondensator einen getrennten Kreislauf für das Kältemittel bildet. In dieser Wärmepumpenanlage wird in einem Arbeitszyklus zwar ebenfalls keine Arbeit zurückgewonnen, aber im Betrieb eingespart und dadurch werden die Kreisprozeßverluste entsprechend begrenzt. Druck und Temperatur des Austauschgefäßes werden zunächst auf dem Niveau des Verdampfers gehalten,

- 4 - VPA 79 P 8020 EUR

und das Kältemittel vom Verdichter aus dem Verdampfer in den Kondensator gepumpt, bis der Flüssigkeitsspiegel im Kondensator einen einstellbaren oberen Wert erreicht. Anschließend wird der Druck im Austauschgefäß auf den Druck im Kondensator gebracht und dann das Kältemittel aus dem Kondensator in das Austauschgefäß geführt, bis der Flüssigkeitsspiegel im Kondensator einen einstellbaren unteren Grenzwert erreicht. Dann wird der Dampf aus dem Austauschgefäß in den Kondensator gepumpt. Sobald der Dampfdruck im Austauschgefäß den Druck im Verdampfer erreicht, wird das Kältemittel aus dem Austauschgefäß in den Verdampfer geleitet.

Das Austauschgefäß ist jeweils über ein steuerbares Ventil mit dem Verdampfer und dem Abfluß des Kondensators verbunden. Die Zuleitung vom Verdampfer zum Verdichter und die Ableitung vom Verdichter zum Kondensator enthalten ebenfalls jeweils ein steuerbares Ventil. Das Austauschgefäß ist jeweils über ein steuerbares Ventil sowohl mit dem Eingang des Kompressors als auch mit dem Ausgang des Kompressors verbunden. Die Ablaufsteuerung übernimmt eine gemeinsame Steuereinrichtung. Die Ventile sind deshalb mit einem steuerbaren elektrischen Antrieb versehen.

25

Zur weiteren Erläuterung der Erfindung wird auf die Zeichnung Bezug genommen, in deren Figur 1 ein Blockschaltbild der Wärmepumpe nach der Erfindung schematisch veranschaulicht ist. Der Anschluß der Wärmepumpe an eine Wärmequelle und ein Heizungssystem ist in Figur 2 dargestellt. In Figur 3 ist der energetische Wirkungsgrad η der Wärmepumpe in einem Diagramm veranschaulicht.

35 Nach Figur 1 enthält eine Wärmepumpe 2 einen Verdampfer 4, einen Verdichter 6 mit einem Antriebsmotor 8 und

einen Kondensator 10. Die Zuleitung 12 zum Verdichter 6 ist über ein steuerbares Ventil 14 sowie eine nicht näher bezeichnete Rohrleitung mit dem Verdampfer 4 verbunden. In gleicher Weise ist die Ableitung 16 vom Verdichter 6 über ein steuerbares Ventil 18 sowie eine nicht näher bezeichnete Rohrleitung mit dem Kondensator 10 verbunden. Die Rückleitung vom Kondensator 10 zum Verdampfer 2 enthält ein Austauschgefäß 20, das jeweils über ein steuerbares Ventil 22 und 24 mit dem Verdampfer 2 bzw. dem Kondensator 10 verbunden ist. Ferner ist das Austauschgefäß 20 jeweils über ein steuerbares Ventil 26 und 28 mit der Zuleitung 12 zum Verdichter 6 bzw. der Ableitung 16 vom Verdichter 6 verbunden. Den Ventilen 14, 18, 22 und 24 sowie 26 und 28 ist eine gemeinsame Steuereinrichtung 30 zugeordnet, deren elektrische Steuerleitungen in der Figur lediglich als gestrichelte Wirkungslinien angedeutet sind.

Die Wärmepumpe 2 enthält ein Medium, das sogenannte Kältemittel, das den Wärmetransport vom Verdampfer 4 über den Verdichter 6 zum Kondensator 10 übernimmt. Der Flüssigkeitsspiegel des Kältemittels ist im Verdampfer 4 oberhalb des nicht näher bezeichneten Rohrsystems und im Kondensator 10 unterhalb des Rohrsystems angedeutet. Dort ist außerdem noch jeweils ein minimaler Grenzwert für den Flüssigkeitsspiegel mit A und ein maximaler Grenzwert mit B bezeichnet.

Durch die besondere Betriebsweise der Wärmepumpe 2 mit dem Austauschgefäß 20 werden Kreisprozeß-Verluste innerhalb der Wärmepumpe weitgehend vermieden, indem zunächst die Ventile 14, 26 und 18 geöffnet und das Kältemittel vom Verdichter 6 aus dem Verdampfer 4 über das Ventil 14, die Zuleitung 12, die Ableitung 16 und das Ventil 18 zum Kondensator 10 gepumpt wird. Da das Ventil 26 offen ist, befindet sich das Austauschge-

- 6 - VPA 79 P 8 0 2 0 EUR

fäß 20 auf dem Temperatur- und Druckniveau des Verdampfers 4. Erreicht der Flüssigkeitsspiegel im Kondensator 10 den oberen Grenzwert B, so beginnt der zweite Abschnitt des Arbeitszyklus. Die Ventile 18 und 26
5 werden geschlossen und das Ventil 28 geöffnet. Der Druck im Austauschgefäß 20 steigt an. Sobald der Druck im Austauschgefäß 20 den Druck im Kondensator 10 erreicht, werden die Ventile 18 und 24 zusätzlich
10 geöffnet. Das Kältemittel fließt unter der Wirkung seiner Schwerkraft vom Kondensator 10 über das Ventil 24 in das Austauschgefäß 20. Sobald der Flüssigkeitsspiegel im Kondensator 10 seinen unteren Grenzwert A erreicht, wird das Ventil 24 wieder geschlossen und der zweite Abschnitt ist beendet.

15 Im dritten Abschnitt des Arbeitszyklus werden die Ventile 14 und 28 geschlossen und das Ventil 26 wieder geöffnet. Der Verdichter 6 pumpt nun aus dem Austauschgefäß 20 dampfförmiges Kältemittel über die Ventile 18
20 und 26 in den Kondensator 10. Dabei kühlt sich das Kältemittel im Austauschgefäß 20 ab und der Dampfdruck sinkt. Ist im Austauschgefäß 20 das Temperatur- und Druckniveau des Verdampfers 4 erreicht, so beginnt der letzte Abschnitt im Arbeitszyklus. Die Ventile 14 und
25 22 werden geöffnet und das Kältemittel fließt unter der Wirkung seiner Schwerkraft aus dem Austauschgefäß 20 über das Ventil 22 in den Verdampfer 4 zurück. Anschließend wird das Ventil 22 geschlossen und das Ventil 18 wieder geöffnet und es beginnt ein neuer
30 Arbeitszyklus für den Kältemittelkreislauf.

Die Einsparung von Energie ergibt sich im dritten Arbeitsabschnitt, bei dem nur über sehr geringe Druckunterschiede gepumpt werden muß. Während dieses
35 Arbeitsabschnittes wird weniger Energie verbraucht, obgleich eine größere Dampfmenge zum Kondensator 10

- 7 - VPA 79 P 8 0 2 0 EUR

gefördert wird. Da das Kältemittel im Kreislauf an keiner Stelle frei expandieren kann und auch keine Wärme durch das Kältemittel zum Verdampfer 4 zurückgeführt wird, können auch keine Kreislaufverluste auftreten. Die Wärmeaufnahme aus der Wärmequelle durch den Verdampfer 4 findet nur im ersten und zweiten sowie dem vierten Arbeitsabschnitt statt. Da nun in kürzerer Zeit die gleiche Wärmemenge aufgenommen werden muß, wird der Durchfluß auf der Primärseite entsprechend erhöht und gegebenenfalls ein größerer Wärmetauscher vorgesehen.

Für die Wärmepumpe 2 kann nach Figur 2 als Wärmequelle vorzugsweise ein Solarabsorber 40 vorgesehen sein, der im wesentlichen aus einem Rohrsystem zur Führung eines Wärmeträgers mit einem Zuleitungsrohr 42 sowie einem Ableitungsrohr 44 und parallel zueinander angeordneten Rohren 46 besteht, die mit hängenden, lamellenartigen Platten 48 aus einem gut wärmeleitenden Material, beispielsweise Aluminium, versehen sind. Die Platten 48 bilden eine große Wärmetauscherfläche. Sie dienen zur Wärmeaufnahme aus der Umgebungsluft und auch zur Absorption eingestrahelter Solarenergie. Sie bilden somit sowohl einen Luft-Wärmetauscher als auch einen Sonnenkollektor und werden ohne wesentliche Wärmeisolierung von der Luft umströmt. Für die Umwälzung des Wärmeträgers im Primärkreislauf ist eine Umwälzpumpe 49 in der nicht näher bezeichneten Vorlaufleitung des Primärkreislaufes vorgesehen.

Bei fehlender Sonneneinstrahlung muß die Temperatur des Wärmeträgers, beispielsweise einer Sole, tiefer sein als die Umgebungstemperatur, damit aus der Luft über die Lamellen Wärme aufgenommen werden kann. Eine Temperaturdifferenz von etwa 3 bis 10°C zwischen den Absorberlamellen und der Außenluft ist ausreichend.

In der Figur ist nur ein einzelner Solarabsorber 40 dargestellt, der auf einem Hausdach angeordnet sein soll. In der praktischen Ausführungsform der Wärmepumpenanlage wird im allgemeinen eine größere Anzahl solcher Solarabsorber im Primärkreislauf der Wärmepumpe vorgesehen sein. Diese Ausführungsform des Solarabsorbers 40 hat eine verhältnismäßig große Fläche und die Absorption von Solarenergie ist im Winter größer als im Sommer. Die erwünschten höheren Raumtemperaturen am Tage gegenüber der Nacht entsprechen zeitlich dem Einstrahlungsniveau der Sonnenstrahlung. Besonders kalte Tage sind im allgemeinen klar; die direkte Nutzung der Sonnenenergie wirkt sich somit gerade an kalten Tagen günstig aus.

15 An den Kondensator 10 der Wärmepumpe ist eine Raumheizung angeschlossen, die als Flächenheizungssystem 50 gestaltet ist und Rohre 52 enthält, die beispielsweise im inneren Teil einer doppelwandig ausgeführten Außenwand eines zu heizenden Raumes angeordnet sein können, deren beide Teilwände durch eine wärmeisolierende Zwischenlage getrennt sind.

25 Ferner können die Rohre 52 der Flächenheizung auch in Gruppen aufgeteilt sein, die zum Teil in der Wand sowie im Boden oder auch in der Decke des zu heizenden Raumes angeordnet sein können. Sie werden im Heizungskreislauf von einem Wärmeträger durchströmt, für den eine Umwälzpumpe 54 vorgesehen ist. In einem derartigen Flächenheizungssystem ist eine geringe Temperaturdifferenz von etwa 2 bis 6°C zwischen dem Wärmeträger und der Raumtemperatur ausreichend.

35 Aus dem Diagramm nach Figur 3, in dem der energetische Wirkungsgrad η der Wärmepumpe in Abhängigkeit von der Außentemperatur T aufgetragen ist, kann man den Einfluß

- 9 - VPA 79 P 8 0 2 0 EUR

- der verschiedenen Verlustfaktoren entnehmen. Den mit abnehmender Außentemperatur entsprechend abnehmendem Wirkungsgrad einer Wärmepumpe nach dem Stand der Technik zeigt die Kurve a. Der innere Wirkungsgrad des Verdichters 6 mit beispielsweise 62 % ist nach der Kurve b unabhängig von der Außentemperatur etwa konstant. Unter Berücksichtigung der Wärmetauscherverluste erhält man den gesamten Wirkungsgrad nach der Kurve c. Dabei ist angenommen, daß die Wärmeleistung gerade so groß ist, daß an beiden Wärmetauschern ein Temperatur-
10 sprung von etwa 3°C auftritt. Für eine Außentemperatur von -10°C erhält man damit eine Leistungszahl ξ der konventionellen Wärmepumpe von etwa 3,57.
- 15 Dagegen erhält man mit einem verbesserten Verdichter 6, dessen innerer Wirkungsgrad beispielsweise 72 % betragen soll, und der Wärmepumpe 2 mit dem Austauschgefäß 20 nach Figur 1 und der angegebenen Betriebsweise mit entsprechender Verminderung der Verdichterantriebs-
20 leistung einen verbesserten energetischen Wirkungsgrad η der Wärmepumpe nach der Kurve d und damit eine Erhöhung der Leistungszahl ξ auf 4,8.

- In Verbindung mit einem Flächenheizungssystem 50 nach
25 Figur 2, dessen Rohrsysteme nicht nur im Boden und gegebenenfalls der Decke des zu heizenden Raumes, sondern auch in den Wänden angeordnet sind, und bei denen man dann für Zimmertemperaturen von etwa 20°C mit einer Temperatur des Wärmeträgers von etwa 22°C
30 auskommt, läßt sich der Mittelwert der Leistungszahl ξ sogar auf wenigstens 6 steigern.

3 Patentansprüche

3 Figuren

Patentansprüche

1. Wärmepumpe mit einem Verdampfer für ein Kältemittel,
das über einen Verdichter Wärme zu einem Kondensator
5 überträgt, der über eine Rückleitung mit dem Verdampfer
verbunden ist, d a d u r c h g e k e n n z e i c h -
n e t , daß in der Rückleitung ein Austauschgefäß (20)
vorgesehen ist, das jeweils in Reihe mit dem Ver-
dampfer (2) und dem Verdichter (4) sowie mit dem Ver-
10 dichter (4) und dem Kondensator (10) einen getrennten
Kreislauf für das Kältemittel bildet.

2. Wärmepumpe nach Anspruch 1, d a d u r c h
g e k e n n z e i c h n e t , daß als Wärmequelle für
15 den Verdampfer (2) wenigstens ein Solarabsorber vorge-
sehen ist.

3. Verfahren zum Betrieb einer Wärmepumpe nach einem
der Ansprüche 1 bis 3, d a d u r c h g e k e n n -
20 z e i c h n e t ,

a) daß während das Kühlmittel vom Verdichter (4) aus
dem Verdampfer (2) in den Kondensator (10) gepumpt
wird, der Druck und die Temperatur des Austauschge-
fäßes (20) auf dem Niveau des Verdampfers (2) gehalten
25 werden, bis der Flüssigkeitsspiegel im Kondensa-
tor (10) einen einstellbaren oberen Grenzwert (B)
erreicht,

b) daß anschließend der Druck im Austauschgefäß (20)
auf den Druck im Kondensator (10) gebracht und dann
30 das Kältemittel aus dem Kondensator (10) in das Aus-
tauschgefäß (20) geführt wird, bis der Flüssigkeits-
spiegel im Kondensator (10) einen einstellbaren
unteren Grenzwert (A) erreicht und

c) daß dann dampfförmiges Kältemittel aus dem Aus-
35 tauschgefäß (20) in den Kondensator (10) gepumpt
wird, bis der Dampfdruck im Austauschgefäß den

- 11 -

VPA 79 P 8020 EUR

Druck im Verdampfer (2) erreicht und

- d) daß dann das Kältemittel aus dem Austauschgefäß (20)
in den Verdampfer (2) geleitet wird.

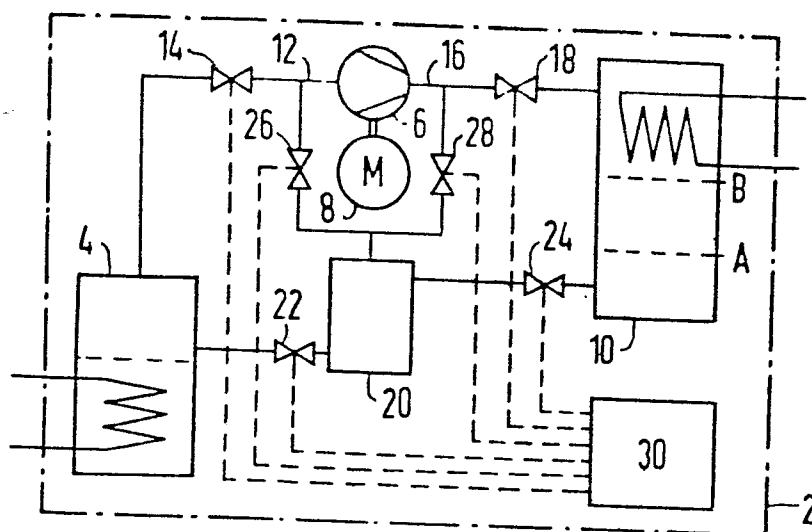


FIG 1

FIG 2

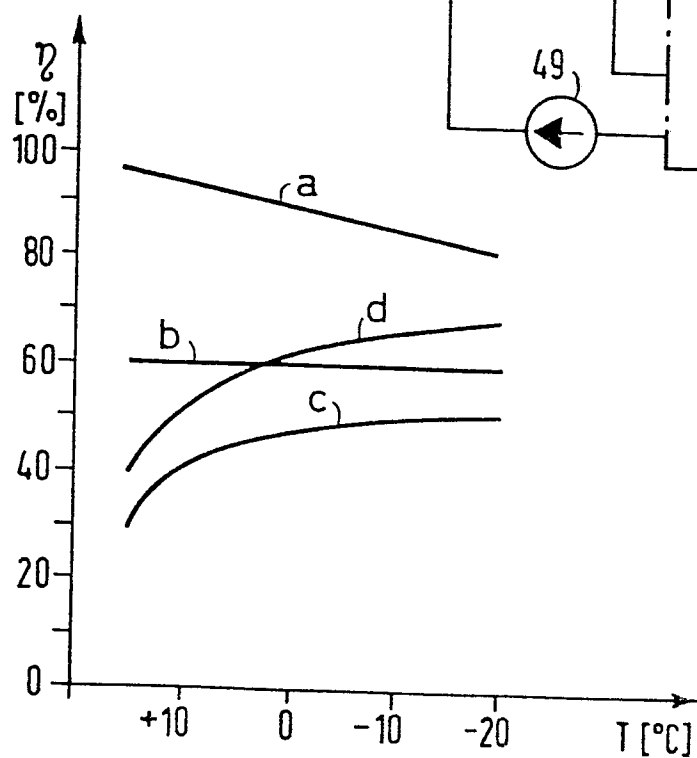
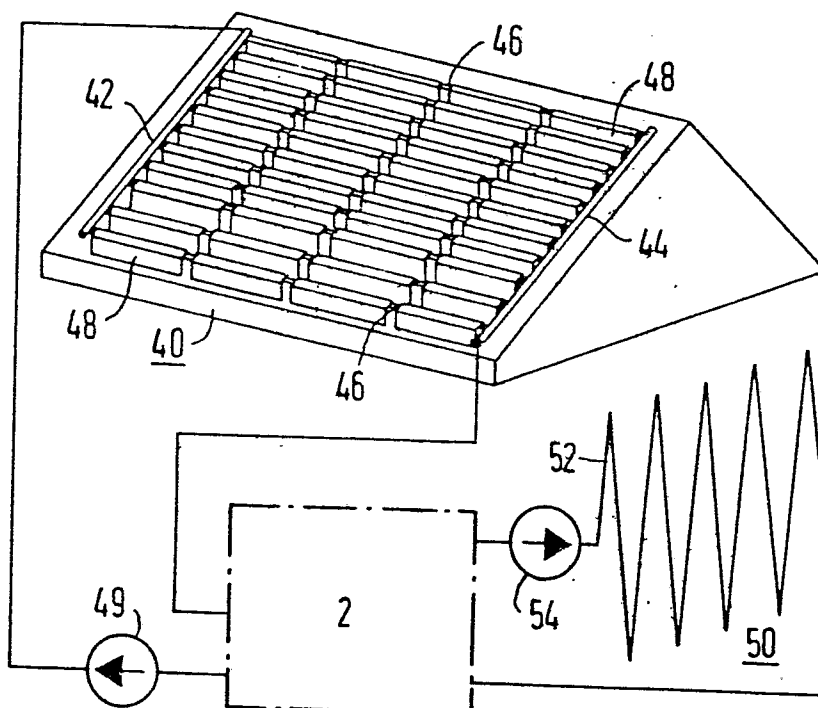


FIG 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 80102261.7

0019124

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (Int. Cl. 3)
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe soweit erforderlich der maßgeblichen Teile	betrifft Anspruch	
A	PROSPEKT DER FIRMA SIEMENS AKTIEN-GESELLSCHAFT "Heizen mit Wärme aus der Umwelt" Herausgegeben vom VERTRIEB INSTALLATIONSTECHNIK Bestell-Nr. J 346/1022, Printed in West Germany, 634053 PA 47815.A + Seiten 2,3 + --	1	F 24 J 3/04
	EP - A1 - 1 455 (ROBERT BOSCH GMBH) + Beschreibung der Fig.; Seite 2, Absatz 5; Seite 3, Absatz 1 und 2 + --	1	
	DE - A1 - 2 601 411 (ROSEL) + Patentansprüche 1,2; Seite 2, Absatz 1 + --	1,2	F 24 J 3/00 F 02 G 1/00 F 01 K 25/00
	DE - A - 2 509 992 (VEREINIGTE ELEKTRIZITÄTWERKE WESTFALEN AG.) + Seiten 10,11 + --	1	
	GB - A - 652 162 (EVANS) + Seite 8, Zeilen 56-60, 66-75 + ----	1	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (Int. Cl. 3)
			KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE
			X: von besonderer Bedeutung A: technologischer Hintergrund O: nichtschriftliche Offenbarung P: Zwischenliteratur T: der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E: kollidierende Anmeldung D: in der Anmeldung angeführtes Dokument L: aus andern Gründen angeführtes Dokument &: Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument
X	Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt.		
Recherchenort WIEN		Abschlußdatum der Recherche 15-07-1980	
		Prüfer ENDLER	