

(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
13. September 2007 (13.09.2007)

PCT

(10) Internationale Veröffentlichungsnummer
WO 2007/101433 A1

(51) Internationale Patentklassifikation:

B60H 1/00 (2006.01) **G05D 23/19** (2006.01)
F25B 21/00 (2006.01)

(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE2007/000419

(22) Internationales Anmeldedatum:
8. März 2007 (08.03.2007)

(25) Einreichungssprache: Deutsch

(26) Veröffentlichungssprache: Deutsch

(30) Angaben zur Priorität:
10 2006 011 013.7 9. März 2006 (09.03.2006) DE

(71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten mit Ausnahme von
US): **WEBASTO AG** [DE/DE]; Kraillinger Str. 5, 82131
Stockdorf (DE).

(72) Erfinder; und

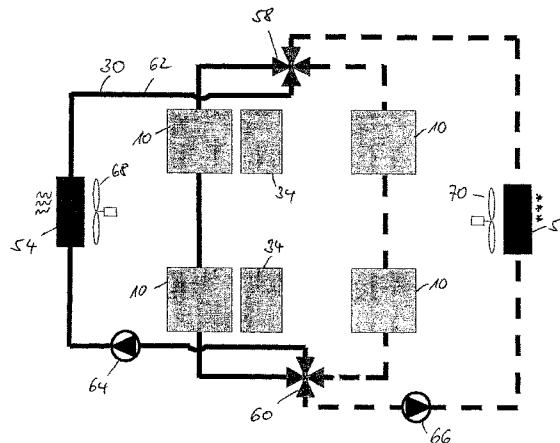
(75) Erfinder/Anmelder (nur für US): **KHELIFA, Nouredine** [FR/DE]; Rosa-Luxemburg-Platz 2, 80637 München (DE). **KORFMANN, Steffen** [DE/DE]; Zitzelsbergerstr. 9, 81476 München (DE). **KRÄMER, Wolfgang** [DE/DE]; Stridbeckstr. 1, 81479 München (DE).

(81) Bestimmungsstaaten (soweit nicht anders angegeben, für jede verfügbare nationale Schutzrechtsart): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, 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.

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

(54) Title: DEVICE AND METHOD FOR PRODUCING COLD AND HEAT USING MAGNETOCALORIC EFFECTS

(54) Bezeichnung: VORRICHTUNG UND VERFAHREN ZUM ERZEUGEN VON KÄLTE UND WÄRME UNTER NUTZUNG DES MAGNETOKALORISCHEN EFFEKTS



(57) Abstract: The invention relates to a device for producing cold and heat provided with at least one unit (10) comprising magnetocaloric material and being cross-flown by a heat-carrier fluid (30), and at least one permanent magnet (34) which is coupled in an eccentric manner to a shaft (32) which defines a rotational axis. The magnetic field is produced and switched off in an alternating manner in the region of the unit comprising magnetocaloric material when the permanent magnets are rotated about the rotational axis, which leads to, respectively, an increase in temperature or a reduction in temperature in the unit made of a magnetocaloric material, a warm heat exchanger (54), a cool heat exchanger (56), a valve device (58, 60) which selectively guides the warm carrier fluid based on the increase in temperature of the warm heat exchanger (54) and the cool heat exchanger based on the reduction in temperature of the cooled heat exchanger. According to the invention, the permanent magnet (34) is at least partially arranged, in relation to the unit (10) comprising the magnetocaloric material, on an internal lying radial coordinate and on the same axial coordinate. The invention also relates to a method for stationary air-conditioning.

(57) Zusammenfassung: Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erzeugen von Kälte und Wärme vorzugsweise für eine Standklimatisierung eines Fahrzeugs mit mindestens einer magnetokalorischen Material aufweisenden Einheit (10), die von einem Wärmeträgerfluid (30) durchströmbar ist. Eine eine Drehachse definierende Welle (32) ist mit Permanentmagneten gekoppelt (34), wobei im Bereich

[Fortsetzung auf der nächsten Seite]

WO 2007/101433 A1



(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).

Erklärungen gemäß Regel 4.17:

- hinsichtlich der Berechtigung des Anmelders, ein Patent zu beantragen und zu erhalten (Regel 4.17 Ziffer ii)

- Erfindererklärung (Regel 4.17 Ziffer iv)

Veröffentlicht:

- mit internationalem Recherchenbericht
- vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche geltenden Frist; Veröffentlichung wird wiederholt, falls Änderungen eintreffen

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.

der magnetokalorisches Material aufweisenden Einheit bei Drehung des Permanentmagneten um die Drehachse das Magnetfeld abwechselnd auf- beziehungsweise abgebaut wird. Als Konsequenz tritt in der magnetokalorisches Material aufweisenden Einheit eine Temperaturerhöhung beziehungsweise -erniedrigung auf. Eine Ventileinrichtung (58, 60) führt das aufgrund der Temperaturerhöhung erwärmte Wärmeträgerfluid einem Heizwärmeübertrager (54) und das aufgrund der Temperaturerniedrigung abgekühlte Wärmeträgerfluid einem Kühlwärmeübertrager (56) selektiv zu.

Vorrichtung und Verfahren zum Erzeugen von Kälte und Wärme
unter Nutzung des magnetokalorischen Effekts

5 Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Erzeugen von
Kälte und Wärme mit mindestens einer magnetokalorischen Ma-
terial aufweisenden Einheit, die von einem Wärmeträgerfluid
durchströmbar ist, mindestens einem mit einer Dreh-
achse definierenden Welle exzentrisch gekoppelten Perma-
10 nentmagneten, wobei im Bereich der magnetokalorischen Mate-
rial aufweisenden Einheit bei Drehung des Permanentmagneten
um die Drehachse das Magnetfeld abwechselnd auf- beziehungs-
weise abgebaut wird, wodurch in der magnetokalorischen
Material aufweisenden Einheit eine Temperaturerhöhung be-
15 ziehungsweise -erniedrigung auftritt, einem Heizwärmeüber-
trager, einem Kühlwärmeübertrager, einer Ventileinrich-
tung, die das aufgrund der Temperaturerhöhung erwärmte Wär-
meträgerfluid dem Heizwärmeübertrager und das aufgrund der
Temperaturerniedrigung abgekühlte Wärmeträgerfluid dem
20 Kühlwärmeübertrager selektiv zuführt.

Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren, das eine
derartige Vorrichtung verwendet.

25 Der magnetokalorische Effekt (MCE) ist seit langem bekannt.
Wird magnetisches Material in ein Magnetfeld eingeführt, so
beobachtet man eine Erwärmung des Materials, beim Entnehmen
des magnetischen Materials aus dem Magnetfeld erfolgt eine
Abkühlung. Der Effekt lässt sich anhand thermodynamischer
30 Grundprinzipien erklären, nämlich auf der Grundlage der
Entropieabnahme beim Anlegen eines magnetischen Feldes und
der Entropiezunahme, wenn das magnetische Feld abgebaut
wird.

- Dieses grundlegende Phänomen wird mit der Entwicklung neuer Materialien sowie neuer Systeme zunehmend auch für die Praxis interessant. Benötigt werden Materialien mit hohen Entropieänderungen und vergleichsweise geringen Wärmekapazitäten. Eine weitere Grundanforderung ist, dass die Materialien den magnetokalorischen Effekt im Bereich der Raumtemperatur zeigen. Dies ist der Fall, wenn die Curie-Temperatur der Materialien eben im Bereich der Raumtemperatur angesiedelt ist. Es hat sich erwiesen, dass sich zu diesem Zweck seltene Erden und Legierungen der seltenen Erden, beispielsweise Gadolinium oder Gadoliniumlegierungen besonders gut eignen. Beispielsweise liegt die Curie-Temperatur von Gadolinium bei etwa 21 °C.
- Die moderne Materialforschung hat also die Voraussetzungen für eine praxisgerechte Nutzung des magnetokalorischen Effekts geschaffen - was fehlt, sind insbesondere konstruktive Konzepte, die den Einsatz ermöglichen, insbesondere im Hinblick auf die Bereitstellung möglichst großer Temperaturdifferenzen im Rahmen des magnetokalorischen Effekts und selbstverständlich im Hinblick auf eine ausreichende Wärmeleistung der Systeme, beispielsweise ausreichend zur Standklimatisierung eines Kraftfahrzeugs.
- Die US 2004/0231338 A1 zeigt eine Vorrichtung zum Erzeugen von Kälte und Wärme, die den magnetokalorischen Effekt bereits in brauchbarer Weise nutzt. Es werden allerdings keine Konzepte angeboten, um die Vorrichtung zur Erhöhung der erreichbaren Temperaturdifferenzen sowie der erreichbaren Wärmeleistung zu modifizieren beziehungsweise modifizierbar zu gestalten.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Vorrichtung und ein Verfahren zum Erzeugen von Kälte und Wärme auf der

Grundlage des magnetokalorischen Effekts zur Verfügung zu stellen, mit der sich hohe Temperaturdifferenzen und hohe Wärmeleistungen bereitstellen lassen und die aufgrund ihrer grundsätzlichen Konstruktion besonders variabel gestaltbar
5 ist.

Diese Aufgabe wird mit den Merkmalen der unabhängigen Ansprüche gelöst.

- 10 Vorteilhafte Ausführungsformen der Erfindung sind in den abhängigen Ansprüchen angegeben.

Die Erfindung baut auf der gattungsgemäßen Vorrichtung dadurch auf, dass der Permanentmagnet zumindest teilweise be-
15 züglich der das magnetokalorische Material aufweisenden Einheit auf einer innen liegenden Radialkoordinate und auf derselben Axialkoordinate angeordnet ist. Um das Magnetfeld im Bereich der das magnetokalorische Material aufweisenden Einheit aufzubauen und abzubauen, ist es erforderlich, den
20 Permanentmagneten regelmäßig so bezüglich des Materials anzuordnen, dass sich dieses im Magnetfeld befindet, und den Permanentmagneten dann wiederum so anzuordnen, dass möglichst kein Magnetfeld im Bereich des magnetokalorischen Materials vorliegt. Dies wird grundsätzlich dadurch er-
25 reicht, dass der mit einer Welle gekoppelte Permanentmagnet auf derselben Axialkoordinate liegt, wie das magnetokalorische Material; es lässt sich so ein geringer Abstand zwischen dem Magneten und dem magnetokalorischen Material herstellen, wodurch eine ausreichende Feldstärke im Bereich
30 des magnetokalorischen Materials vorliegt. Andererseits ist es über die Drehung möglich, den Permanentmagneten weit genug vom magnetokalorischen Material zu entfernen. Dadurch, dass der Permanentmagnet zumindest teilweise bezüglich des magnetokalorischen Materials radial innen liegend angeord-

net ist, lässt sich die Vorrichtung, insbesondere bezogen auf die Führung des Wärmeträgerfluids, besonders variabel gestalten, was im Folgenden noch näher erläutert wird.

- 5 Nützlicherweise ist vorgesehen, dass der Permanentmagnet direkt an der Welle befestigt ist. Man erhält so eine besonders einfache Anordnung ohne aufwendige Befestigungseinrichtungen.
- 10 Im Sinne der Einfachheit ist auch, dass der Permanentmagnet als Stabmagnet ausgebildet ist. Dabei können die Pole des Magneten verschieden ausgerichtet sein, je nach den sonstigen geometrischen Gegebenheiten und den magnetischen Anforderungen.
- 15 Zur Erzielung erhöhter Feldstärken im Bereich des magnetischen Materials kann nützlicherweise auch vorgesehen sein, dass der Permanentmagnet als U-Magnet ausgebildet ist.
- 20 Gemäß einer besonders bevorzugten Ausführungsform ist die Erfindung dadurch weitergebildet, dass sich die Welle stets in dieselbe Richtung dreht. Die Erfindung lässt sich somit auf der Grundlage einer kontinuierlichen Drehbewegung realisieren, die besonders einfach und kostengünstig darstell-
- 25 bar ist.

Es ist aber auch denkbar, dass sich die Welle während aufeinander folgender Betriebsphasen der Vorrichtung in entgegengesetzte Richtungen dreht. Es liegt also eine oszillierende Bewegung des Permanentmagneten vor. Dies kann nützlich sein, wenn aufgrund sonstiger Randbedingungen die geometrische Anordnung der magnetokalorischen Material aufweisenden Einheiten eine kontinuierliche Drehbewegung des Permanentmagneten nicht zulassen.

30

Gemäß einer ebenfalls besonders bevorzugten Ausführungsform ist vorgesehen, dass mehrere magnetokalorisches Material aufweisende Einheiten an verschiedenen Winkelkoordinaten angeordnet und unterschiedlichen Wärmeträgerfluidkreisläufen zugeordnet sind. Auf der Grundlage dieser Ausführungsform ist es möglich, der einen Einheit Wärme zu entnehmen, während eine andere Einheit zu Kühlzwecken genutzt wird. Beim Fortschreiten des Prozesses kehrt sich die Rolle der Einheiten um. Folglich ist es möglich, quasi kontinuierlich zu kühlen, wenn man nur ausreichend viele Einheiten an verschiedenen Winkelkoordinaten anordnet.

Besonders bevorzugt ist aber auch, dass mehrere magnetokalorisches Material aufweisende Einheiten an verschiedenen Axialkoordinaten angeordnet und bezüglich des Wärmeträgerfluidkreislaufs in Reihe geschaltet sind. Damit liegen die Voraussetzungen vor, in einem stufenweisen Prozess durch die Summierung der in den einzelnen Prozessschritten erreichten Temperaturdifferenzen insgesamt eine große Temperaturdifferenz bereitzustellen.

Beispielsweise kann vorgesehen sein, dass die in Reihe geschalteten magnetokalorisches Material aufweisende Einheiten dasselbe Material aufweisen. Damit liegt eine besonders einfache Ausführungsform vor.

Es kann aber auch vorgesehen sein, dass die in Reihe geschalteten magnetokalorisches Material aufweisende Einheiten unterschiedliche Materialien mit unterschiedlichen Curie-Temperaturen aufweisen. Da die Temperatur des Wärmeträgerfluids im Zuge des stufenweisen Prozesses abnimmt, kann es besonders wirkungsvoll sein, die magnetokalorischen Materialien der verschiedenen Einheiten an diese Temperatur-

abnahme anzupassen, so dass bei jedem einzelnen Prozess in optimaler Weise bei oder in der Nähe der Curie-Temperatur des Materials gearbeitet werden kann.

- 5 Die Erfindung betrifft weiterhin ein Verfahren zur Standklimatisierung eines Kraftfahrzeugs unter Verwendung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, dass es mit
10 der beschriebenen Vorrichtung möglich ist, sehr große Temperaturdifferenzen auf der Grundlage des magnetokalorischen Effektes bei gleichzeitig kontinuierlicher Kühlfunktion zur Verfügung zu stellen. Zudem wird die Kühlleistung mit einem extrem hohen Wirkungsgrad zur Verfügung gestellt; es sind
15 COP-Werte (Verhältnis aus eingesetzter Leistung und Kühlleistung) von bis zu 15 denkbar.

Die Erfindung wird nun mit Bezug auf die begleitenden Zeichnungen anhand besonders bevorzugter Ausführungsformen
20 beispielhaft erläutert.

Es zeigen:

Figur 1 eine schematische Seitenansicht eines Teils einer
25 erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Figur 2 eine schematische Draufsicht der Vorrichtung gemäß Figur 1;

30 Figur 3 eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem ersten Betriebszustand;

Figur 4 die Vorrichtung gemäß Figur 3 in einem zweiten Betriebszustand;

5 Figur 5 eine schematische Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform eines Teils einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

Figur 6 eine Draufsicht der auf die Vorrichtung gemäß Figur 5;

10

Figur 7 eine Draufsicht einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung;

15 Figur 8 eine erste Ausführungsform einer magnetokalorischen Material aufweisenden Einheit mit Wärmeträgerfluidzu- und -abführung; und

Figur 9 eine zweite Ausführungsform einer magnetokalorischen Material aufweisenden Einheit mit Wärmeträgerfluidzu- und -abführung.

20

Bei der nachfolgenden Beschreibung der Bezeichnungen bezeichnen gleiche Bezugszeichen gleiche oder vergleichbare Komponenten.

25

Figur 1 zeigt eine schematische Seitenansicht eines Teils einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Figur 2 zeigt eine schematische Draufsicht der Vorrichtung gemäß Figur 1. An einer eine Drehachse definierenden Welle 32 sind Permanentmagneten 34 angeordnet. Mit dem Bezugszeichen 34' sind Positionen der Magneten 34 gezeigt, die diese aufgrund der Rotation der Welle 32 annehmen können. Weiterhin sind magnetokalorisches Material aufweisende Einheiten 10 gezeigt, die von einem durch ein Leitungssystem 62 strömenden

30

Wärmeträgerfluid 30 durchströmbar sind. Während der dargestellten Betriebsphase befinden sich die rechts angeordneten Einheiten 10 innerhalb eines Magnetfeldes, während im Bereich der links angeordneten Einheiten 10 kein Magnetfeld vorliegt. Aufgrund des magnetokalorischen Effekts wird daher im Bereich der rechts angeordneten Einheiten 10 Wärmeenergie frei, die auf das Wärmeträgerfluid 30 übertragen werden kann, während im Bereich der links angeordneten Einheiten 10 aufgrund des Abbaus des Magnetfeldes eine Temperaturerniedrigung stattgefunden hat, so dass dem Wärmeträgerfluid 30 Wärmeenergie entzogen werden kann. In dem dargestellten Ausführungsbeispiel sind jeweils zwei in Reihe geschaltete Einheiten 10 dargestellt. Zur Erhöhung der insgesamt mit der Vorrichtung erzielbaren Temperaturdifferenz kann eine größere Anzahl an Einheiten in Reihe angeordnet werden. Die Permanentmagnete 34 sind schematisch gezeigt. Beispielsweise kann es sich um Stabmagnete handeln, deren Magnetisierungsrichtung achsparallel oder auch senkrecht zur Drehachse ist. Zur Erhöhung der Feldstärke innerhalb der magnetokalorischen Material aufweisenden Einheiten 10 können die Permanentmagnete auch als U-Magnete ausgebildet sein, die die Einheiten 10 jeweils umgreifen, wobei ein Schenkel des Us bezüglich der jeweiligen Einheiten radial innen liegend und ein Schenkel des Us bezüglich der Einheit radial außen liegend angeordnet ist. Im Hinblick auf die Führung des Leitungssystems 62 sind Vorkehrungen zu treffen, damit die Rotationsbewegung der Magnete ungehindert erfolgen kann. Um die Leitungsführung im Prinzip so zu gestalten wie dargestellt, können die Schenkel des Us auch ober- und unterhalb der Einheiten 10 angeordnet sein, d.h. senkrecht zur Welle 32.

Figur 3 zeigt eine schematische Darstellung einer erfindungsgemäßen Vorrichtung in einem ersten Betriebszustand.

Hier sind neben der Anordnung der magnetokalorischen Material aufweisenden Einheiten 10 und der Permanentmagnete 34 weitere Komponenten dargestellt, die den Wärme- beziehungsweise Kältekreislauf vervollständigen. Über ein Leitungssystem 62 und Ventile 58, 60 sind die Einheiten 10 mit einem Heizwärmeübertrager 54 beziehungsweise einem Kühlwärmeübertrager 56 verbunden. Dem Heizwärmeübertrager ist eine Pumpe 64 zugeordnet, während dem Kühlwärmeübertrager eine Pumpe 66 zugeordnet ist. Wurde nun, wie dargestellt, im Bereich der links angeordneten Einheiten 10 ein Magnetfeld aufgebaut und wurde somit dort Wärmeenergie erzeugt, so befinden sich die Ventile 58, 60 in einem Zustand, der den Heizwärmeübertrager 54 mit den links angeordneten Einheiten 10 koppelt. Andererseits ist der Kühlwärmeübertrager 56 mit den rechts angeordneten Einheiten 10 über die Ventile 58, 60 gekoppelt. Unter Mitwirkung der Gebläse 68, 70 kann so dem Heizwärmeübertrager Wärme entnommen werden, während dem Kühlwärmeübertrager 56 Kühlleistung entnommen wird. Die kaltes Wärmeträgerfluid führenden Leitungszweige sind mit unterbrochenen Linien, während die warmes Wärmeträgerfluid führenden Leitungszweige mit durchgezogenen Linien gezeigt sind.

Figur 4 zeigt die Vorrichtung gemäß Figur 3 in einem zweiten Betriebszustand. In diesem Betriebszustand sind die Rollen der Einheiten 10 vertauscht, das heißt den rechts angeordneten Einheiten 10 wird Wärme entnommen, während die links angeordneten Einheiten 10 der Kühlung dienen. Wiederum sind die kaltes Wärmeträgerfluid führenden Leitungszweige unterbrochen dargestellt, und die warmes Wärmeträgerfluid führenden Leitungszweige sind durchgezogen gezeigt.

Figur 5 zeigt eine schematische Schnittansicht einer weiteren Ausführungsform eines Teils einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Figur 6 zeigt eine Draufsicht der Vorrichtung gemäß Figur 5. Bei dem hier dargestellten Ausführungsbeispiel sind an einer Axialkoordinate der Welle 32 jeweils zwei Permanentmagnete 34 angeordnet. Diese sind bezüglich zweier gegenüberliegender magnetokalorisches Material aufweisender Einheiten 10 so angeordnet, dass in diesen Einheiten 10 ein Magnetfeld erzeugt wird. An um 90 Grad versetzten Winkelkoordinaten sind zwei weitere magnetokalorische Material aufweisende Einheiten 10 angeordnet, die keinem Magnetfeld ausgesetzt sind. Durch Rotation der Welle 32 und somit der Permanentmagnete 34 werden somit abwechselnd Paare von Reihen untereinander angeordneter magnetokalorisches Material aufweisender Einheiten 10 einem Magnetfeld ausgesetzt und somit erwärmt, während im Bereich der jeweils anderen Reihen das Magnetfeld abgebaut wird, was zu einer Abkühlung führt. Bei weiterer Drehung der Welle 32 kehren sich die Rollen der Einheiten 10 um. Nützlichlicherweise werden die gegenüberliegenden Reihen im Wärmeträgerfluidkreislauf parallel geschaltet. Das Konzept von zwei Magnete an derselben Axialkoordinate und einer daran angepassten Anzahl von magnetokalorisches Material aufweisenden Einheiten ist auf größere Anzahlen erweiterbar.

25

Figur 7 zeigt eine Draufsicht einer weiteren Ausführungsform einer erfindungsgemäßen Vorrichtung. Bei diesem Ausführungsbeispiel ist ein Motor 12 dargestellt, der die Welle 32 antreibt. Im Gegensatz zu den im Zusammenhang mit den Figuren 1 bis 6 erläuterten Ausführungsformen führt die Welle 32 jedoch keine kontinuierliche Drehbewegung aus, das heißt insbesondere keine Drehbewegung mit konstantem Drehsinn, sondern eine oszillierende Bewegung, die durch ein Getriebe 14 vermittelt wird. Auf diese Weise gelingt es,

30

mit den beiden Permanentmagneten 34 zunächst ein erstes Paar magnetokalorisches Material aufweisender Einheiten 10 zu magnetisieren, während bei einem anderen Paar, in dessen Bereich die im dargestellten Zustand nicht eingenommene Positionen der Permanentmagneten mit 34' gekennzeichnet sind, das Magnetfeld abgebaut wird. Folglich können auch in diesem Ausführungsbeispiel die verschiedenen Einheiten abwechselnd als Wärme- und Kältequelle dienen. Auch hier ist es wieder möglich, mehrere Einheiten 10 in Reihe anzuordnen, wobei eine solche Reihenschaltung vorzugsweise senkrecht zur Darstellungsebene verläuft. Eine entsprechende Anordnung von Permanentmagneten 34 ist dann vorzusehen.

Figur 8 zeigt eine erste Ausführungsform einer magnetokalorischen Material aufweisenden Einheit mit Wärmeträgerfluidzu- und -abführung. Die Einheit 10 hat einen Aufnahmebereich 16, der magnetokalorisches Material in Form einer Schüttung 18 aufnimmt. Oberhalb des Aufnahmebereichs 16 ist ein Verteilerbereich 20 angeordnet, der mit einer Zuführung 22 für Wärmeträgerfluid 30, beispielsweise Sole, in Verbindung steht. Der Aufnahmebereich 16 steht mit einer Abführung 24 für das Wärmeträgerfluid in Verbindung. Mit dieser Anordnung ist es möglich, das Wärmeträgerfluid 30 gleichmäßig über die Schüttung 18 zu verteilen, um auf diese Weise einen möglichst guten Wärmeübergang über eine sehr große Wärmeübertragungsfläche zu ermöglichen. Der Verteilerbereich 20 kann als Platte mit feinen Kanälen ausgebildet sein. Ebenfalls ist es möglich, auf den Verteilerbereich 20 als separates Bauteil zu verzichten, wenn die Verteilung des Wärmeträgerfluids allein durch die verteilende Wirkung der Schüttung in ausreichendem Maß zur Verfügung gestellt wird. Wirkt die dargestellte Einheit 10 im Falle des Abbaus des Magnetfeldes kühlend, so hat das über die Zuführung 22 zugeführte Wärmeträgerfluid 30 eine höhere Temperatur als

das über die Abführung 24 abgeführte Wärmeträgerfluid. Gemäß der Darstellung der Figuren 3 und 4 ist das kalte Wärmeträgerfluid, welches einem Kühlwärmetauscher zugeführt werden kann, mit einer unterbrochenen Linie dargestellt, während das abzukühlende Wärmeträgerfluid 34 mit einer durchgezogenen Linie gezeigt ist. Der Aufnahmebereich 16 kann mit unregelmäßigen Brocken aus magnetokalorischem Material, Pellets oder Spänen gefüllt sein. Ebenfalls ist es möglich, die einzelnen Elemente ähnlich Rashig-Ringen zu formen oder sonstige die Flüssigkeit gut verteilende Anordnungen aus Füllkörpern vorzusehen, ähnlich den bei Destillationskolonnen anwendbaren Techniken.

Figur 9 zeigt eine zweite Ausführungsform einer magnetokalorischen Material aufweisenden Einheit mit Wärmeträgerfluidzu- und -abführung. Im Unterschied zu dem Ausführungsbeispiel gemäß Figur 8 ist hier in dem Aufnahmebereich 16 eine innere Struktur aus feinen Kanälen vorgesehen. Diese können sich senkrecht, gerade, serpentinenartig, spiralförmig oder abschnittsweise in verschiedenen der genannten Arten erstrecken.

Die in der vorstehenden Beschreibung, in den Zeichnungen sowie in den Ansprüchen offenbarten Merkmale der Erfindung können sowohl einzeln als auch in beliebiger Kombination für die Verwirklichung der Erfindung wesentlich sein.

Bezugszeichenliste

	10	magnetokalorisches Material aufweisende Einheiten
	12	Motor
5	14	Getriebe
	16	Aufnahmebereich
	18	Schüttung
	20	Verteilerbereich
	22	Zuführung
10	24	Abführung
	30	Wärmeträgerfluid
	32	Welle
	34	Permanentmagnet
	54	Heizwärmeübertrager
15	56	Kühlwärmeübertrager
	58	Ventil
	60	Ventil
	62	Leitungssystem
	64	Pumpe
20	66	Pumpe
	68	Gebläse
	70	Gebläse

ANSPRÜCHE

5 1. Vorrichtung zum Erzeugen von Kälte und Wärme mit

- mindestens einer magnetokalorischen Material aufweisenden Einheit (10), die von einem Wärmeträgerfluid (30) durchströmbar ist,

10

- mindestens einem mit einer Drehachse definierenden Welle (32) exzentrisch gekoppelten Permanentmagneten (34), wobei im Bereich der magnetokalorischen Material aufweisenden Einheit bei Drehung des Permanentmagneten um die Drehachse das Magnetfeld abwechselnd auf- beziehungsweise abgebaut wird, wodurch in der magnetokalorischen Material aufweisenden Einheit eine Temperaturerhöhung beziehungsweise -erniedrigung auftritt,

20

- einem Heizwärmeübertrager (54),
- einem Kühlwärmeübertrager (56),

- 25 - einer Ventileinrichtung (58, 60), die das aufgrund der Temperaturerhöhung erwärmte Wärmeträgerfluid dem Heizwärmeübertrager und das aufgrund der Temperaturerniedrigung abgekühlte Wärmeträgerfluid dem Kühlwärmeübertrager selektiv zuführt,

30

dadurch gekennzeichnet, dass der Permanentmagnet (34) zumindest teilweise bezüglich der das magnetokalorische Material aufweisenden Einheit (10) auf einer innen liegenden

- 15 -

Radialkoordinate und auf derselben Axialkoordinate angeordnet ist.

2. Vorrichtung nach Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet**,
5 dass der Permanentmagnet (34) direkt an der Welle befestigt ist.

3. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Permanentmagnet als Stabmagnet ausgebildet ist.
10

4. Vorrichtung nach Anspruch 1 oder 2, **dadurch gekennzeichnet**, dass der Permanentmagnet als U-Magnet ausgebildet ist.
15

5. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Welle (32) stets in dieselbe Richtung dreht.

6. Vorrichtung nach Anspruch 1 bis 4, **dadurch gekennzeichnet**, dass sich die Welle (32) während aufeinander folgender Betriebsphasen der Vorrichtung in entgegengesetzte Richtungen dreht.
20

7. Vorrichtung nach einem der vorhergehenden Ansprüche, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere magnetokalorisches Material aufweisende Einheiten (10) an verschiedenen Winkelkoordinaten angeordnet und unterschiedlichen Wärmeträgerfluidkreisläufen zugeordnet sind.
25

8. Vorrichtung nach Anspruch 7, **dadurch gekennzeichnet**, dass mehrere magnetokalorisches Material aufweisende Einheiten (10) an verschiedenen Axialkoordinaten angeordnet
30

und bezüglich des Wärmeträgerfluidkreislaufs in Reihe geschaltet sind.

9. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**,
5 dass die in Reihe geschalteten magnetokalorische Material aufweisende Einheiten (10) dasselbe Material aufweisen.

10. Vorrichtung nach Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet**,
dass die in Reihe geschalteten magnetokalorische Material
10 aufweisende Einheiten (10) unterschiedliche Materialien mit unterschiedlichen Curie-Temperaturen aufweisen.

11. Verfahren zur Standklimatisierung eines Kraftfahr-
zeugs, bei dem eine Vorrichtung nach einem der vorhergehen-
15 den Ansprüche verwendet wird.

Fig. 1

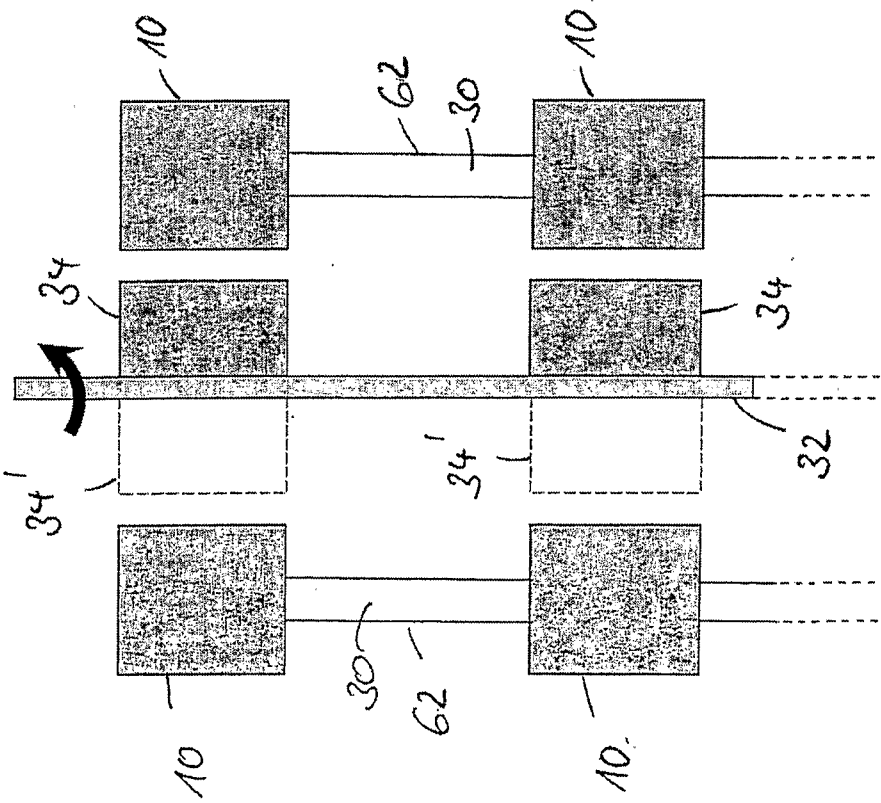


Fig. 2

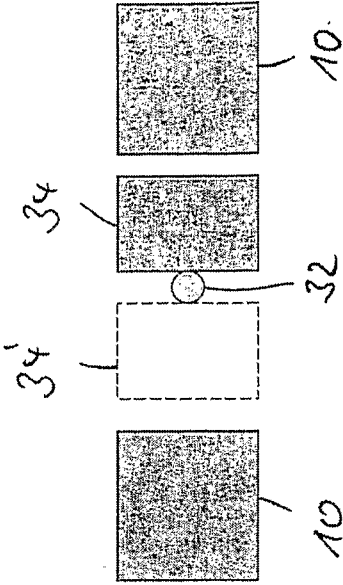


Fig. 3

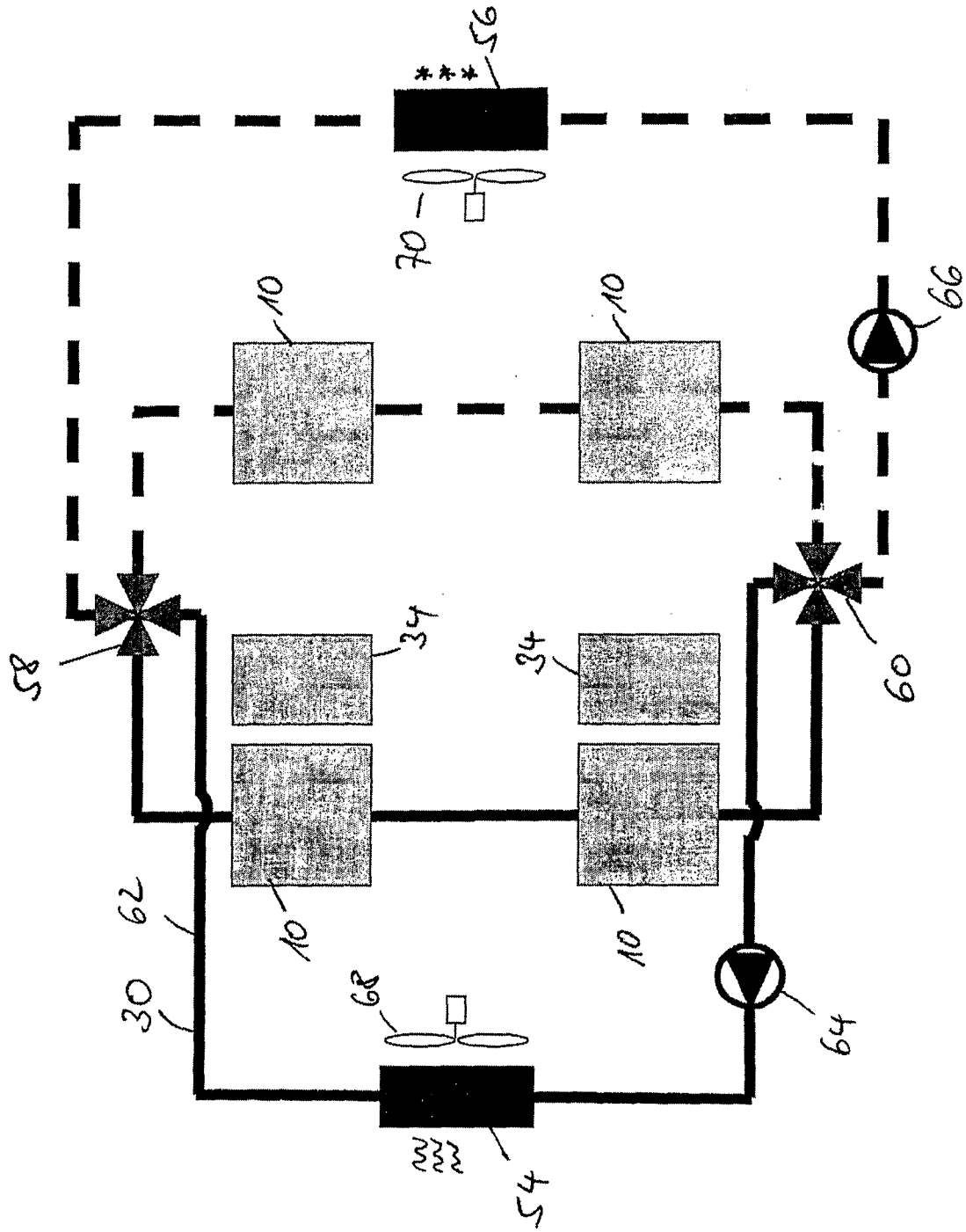


Fig. 4

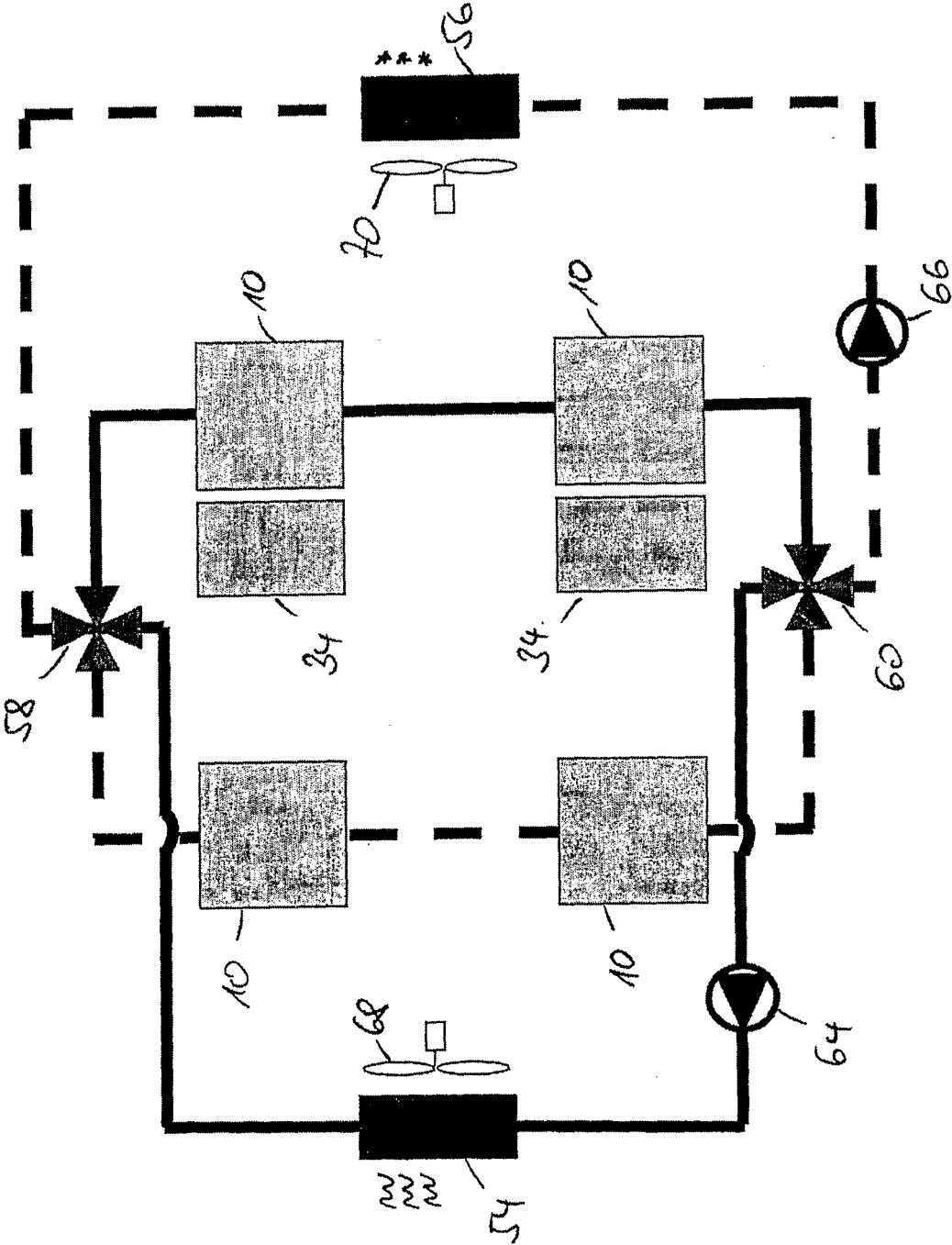


Fig. 5

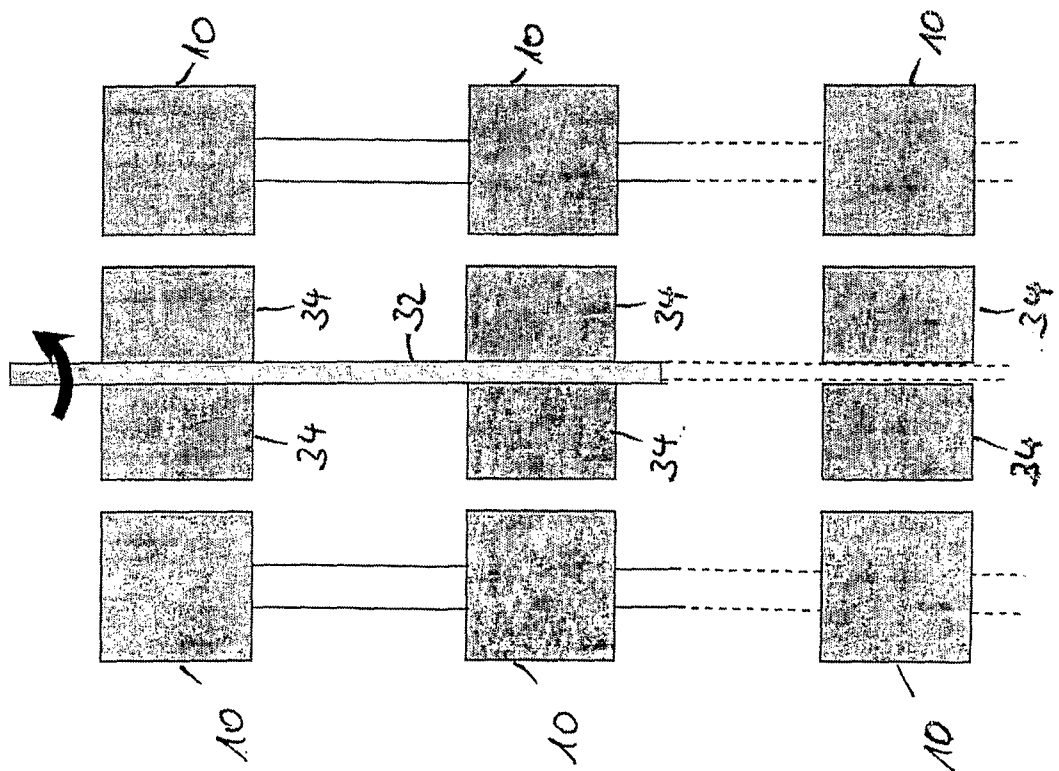


Fig. 6

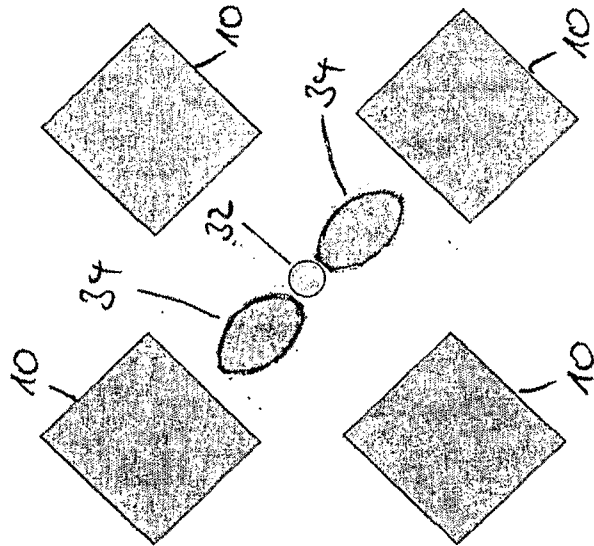
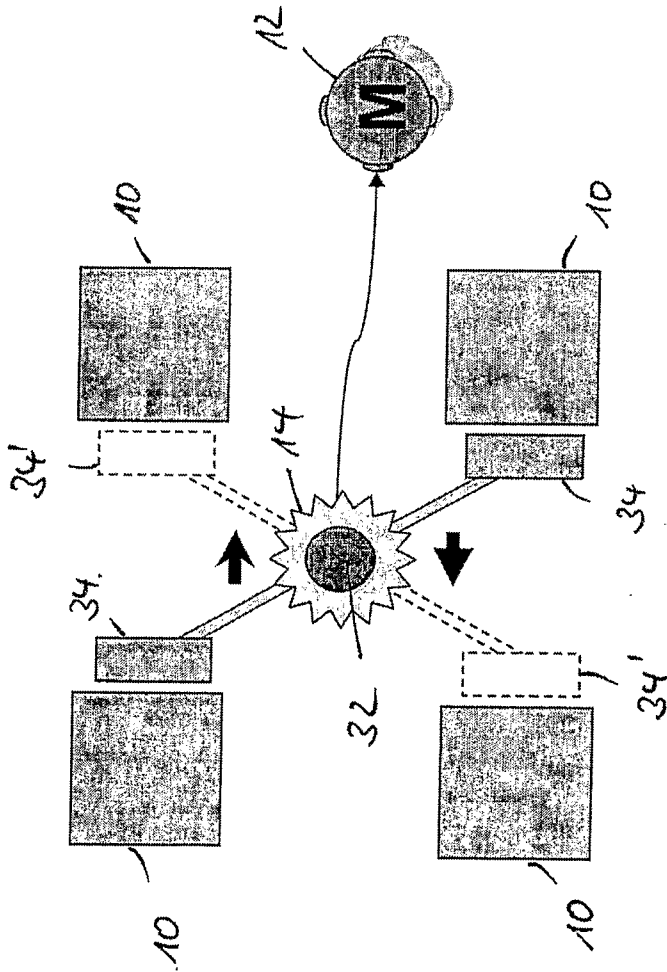


Fig. 7



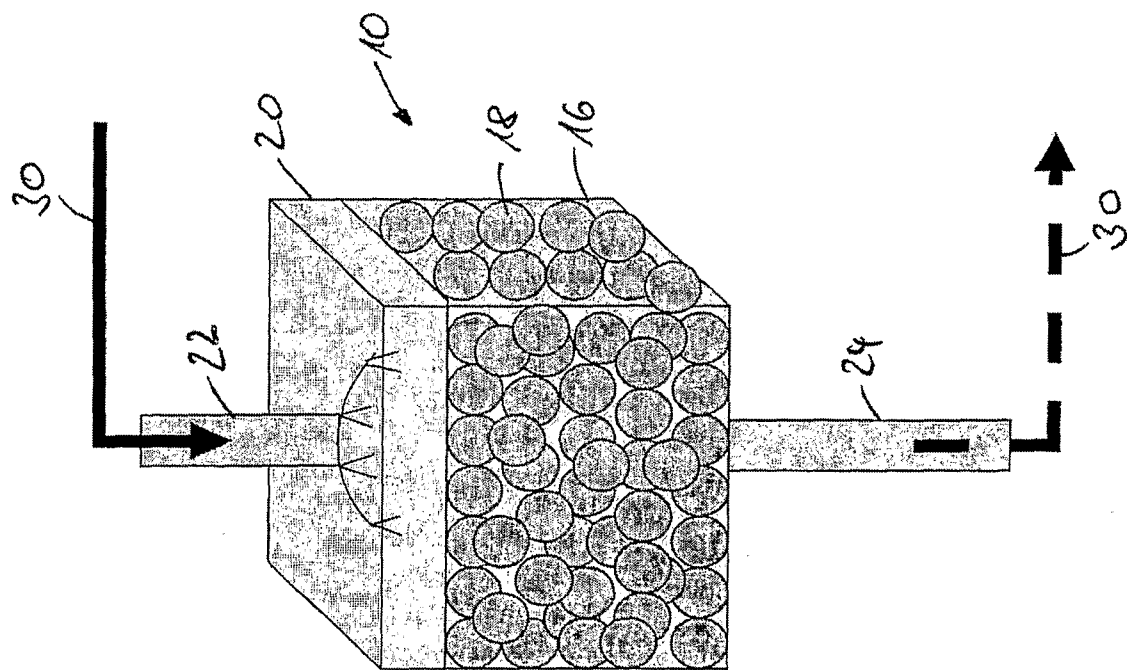
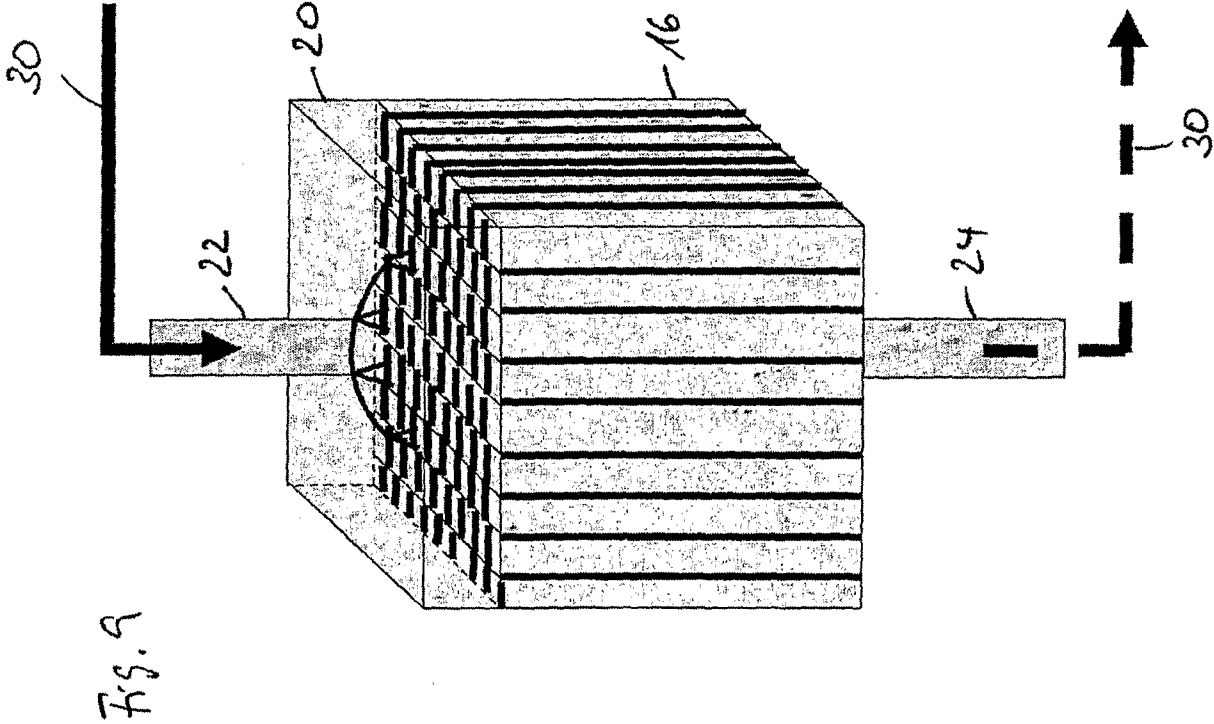


Fig. 8



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2007/000419

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
INV. B60H1/00 F25B21/00 G05D23/19

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)
B60H F25B G05D

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, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2005/000230 A1 (SAITO AKIKO [JP] ET AL) 6 January 2005 (2005-01-06) paragraphs [0151] - [0161]; figures 8,9	1-11
X	US 2004/231338 A1 (SAITO AKIKO [JP] ET AL) 25 November 2004 (2004-11-25) cited in the application paragraphs [0174] - [0186]; figures 22,23	1-11
A	WO 2004/059221 A (ECOLE D INGENIEURS DU CANTON D [CH]; KITANOVSKI ANDREJ [CH]; EGOLF PET) 15 July 2004 (2004-07-15) page 12, line 18 - page 14, line 5; figures 3a,b	1-11
	----- -/--	

☒ 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

06/08/2007

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

Gerdes, Rolf

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/DE2007/000419

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	US 5 743 095 A (GSCHNEIDNER JR KARL A [US] ET AL) 28 April 1998 (1998-04-28) column 7, line 59 - column 8, line 26; figures 11,12 column 16, lines 46,47 -----	1-11
A	US 2004/093877 A1 (WADA HIROFUMI [JP] ET AL) 20 May 2004 (2004-05-20) abstract; figures 8,11 -----	1-11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/DE2007/000419

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2005000230	A1	06-01-2005	NONE
US 2004231338	A1	25-11-2004	EP 1463068 A2 29-09-2004
WO 2004059221	A	15-07-2004	AU 2003286077 A1 22-07-2004 CA 2511541 A1 15-07-2004 CH 695836 A5 15-09-2006 EP 1581774 A1 05-10-2005 JP 2006512556 T 13-04-2006 US 2007144181 A1 28-06-2007
US 5743095	A	28-04-1998	NONE
US 2004093877	A1	20-05-2004	WO 03009314 A1 30-01-2003 JP 2003028532 A 29-01-2003

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen
PCT/DE2007/000419

A. KLASSIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES INV. B60H1/00 F25B21/00 G05D23/19		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPC) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPC		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierter Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) B60H F25B G05D		
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) EPO-Internal, WPI Data, INSPEC, COMPENDEX		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 2005/000230 A1 (SAITO AKIKO [JP] ET AL) 6. Januar 2005 (2005-01-06) Absätze [0151] - [0161]; Abbildungen 8,9	1-11
X	US 2004/231338 A1 (SAITO AKIKO [JP] ET AL) 25. November 2004 (2004-11-25) in der Anmeldung erwähnt Absätze [0174] - [0186]; Abbildungen 22,23	1-11
A	WO 2004/059221 A (ECOLE D INGENIEURS DU CANTON D [CH]; KITANOVSKI ANDREJ [CH]; EGOLF PET) 15. Juli 2004 (2004-07-15) Seite 12, Zeile 18 - Seite 14, Zeile 5; Abbildungen 3a,b	1-11
----- -/--		
☒ 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 27. Juli 2007		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 06/08/2007
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 Gerdes, Rolf

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2007/000419

C. (Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN

Kategorie*	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
A	US 5 743 095 A (GSCHNEIDNER JR KARL A [US] ET AL) 28. April 1998 (1998-04-28) Spalte 7, Zeile 59 - Spalte 8, Zeile 26; Abbildungen 11,12 Spalte 16, Zeilen 46,47 -----	1-11
A	US 2004/093877 A1 (WADA HIROFUMI [JP] ET AL) 20. Mai 2004 (2004-05-20) Zusammenfassung; Abbildungen 8,11 -----	1-11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Angaben zu Veröffentlichungen, die zur selben Patentfamilie gehören

Internationales Aktenzeichen

PCT/DE2007/000419

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
US 2005000230	A1	06-01-2005	KEINE		
US 2004231338	A1	25-11-2004	EP	1463068 A2	29-09-2004
WO 2004059221	A	15-07-2004	AU	2003286077 A1	22-07-2004
			CA	2511541 A1	15-07-2004
			CH	695836 A5	15-09-2006
			EP	1581774 A1	05-10-2005
			JP	2006512556 T	13-04-2006
			US	2007144181 A1	28-06-2007
US 5743095	A	28-04-1998	KEINE		
US 2004093877	A1	20-05-2004	WO	03009314 A1	30-01-2003
			JP	2003028532 A	29-01-2003