



(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
27.06.2001 Patentblatt 2001/26

(51) Int Cl.7: **B01L 7/00**

(21) Anmeldenummer: **00127031.3**

(22) Anmeldetag: **09.12.2000**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AT BE CH CY DE DK ES FI FR GB GR IE IT LI LU
MC NL PT SE TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
AL LT LV MK RO SI

(72) Erfinder: **Mang, Volker, Dr.**
28832 Achim (DE)

(74) Vertreter: **Hansmann, Dierk, Dipl.-Ing.**
Patentanwälte
Hansmann-Klickow-Hansmann
Jessenstrasse 4
22767 Hamburg (DE)

(30) Priorität: **24.12.1999 DE 19963080**

(71) Anmelder: **Astrium GmbH**
85521 Ottobrunn (DE)

(54) **Vorrichtung zum Temperieren von Behältern**

(57) Bei einer Vorrichtung zum Temperieren von Behältern auf einem Rotor in Form temperierbarer, auf dem Rotor mitbewegter Massen ist den mitbewegten Massen wenigstens ein auf einem Stator angeordnetes wärmeabgebendes Kontroll- und Übertragungssystem zugeordnet, wobei sowohl auf dem Stator als auch auf dem Rotor einander unmittelbar gegenüberliegende Elemente zur Wärmeübertragung vorgesehen sind. Die wärmeübertragenden Elemente sind als konzentrisch ineinanderliegende, aus der Oberfläche des Stators und

Rotors hervorragende Ringe bzw. Rippen ausgebildet. Vorzugsweise sind zwei oder mehr auf unterschiedlichem Temperaturniveau befindliche Wärmekontroll- und Übertragungssysteme auf einem Stator und Rotor angeordnet, wobei die beiden auf unterschiedlichem Temperaturniveau befindlichen, die Wärme aufnehmenden Reservoirs auf dem Rotor zur Erzeugung von elektrischem Strom unter Ausnutzung des Peltiereffektes koppelbar sind. Ferner können die die Wärme übertragenden Elemente mit Lagern für den Rotor kombiniert sein.

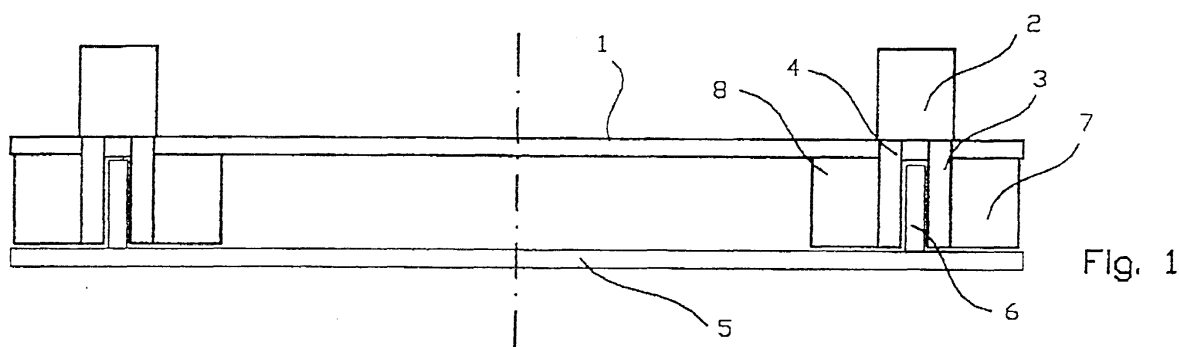


Fig. 1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Vorrichtung zum Temperieren von auf dem Rotor eines aus mindestens zwei gegeneinander rotierenden Teilsystemen bestehenden Systems angeordneten Behälters mittels temperierbarer, mitbewegter Massen.

[0002] Die thermische Kontrolle von Experimentierbehältern, die auf Zentrifugen angeordnet sind und die in der Regel mit hoher Drehzahl rotieren, stellt ein erhebliches Problem dar. Dies gilt insbesondere für die sogenannten Ig-Referenzcentrifugen, die für die Forschung unter Schwerelosigkeit von Bedeutung sind. Bei diesen bekannten Anordnungen werden biologische Laborproben in der Schwerelosigkeit bzw. unter den Bedingungen verminderter Schwerkraft allen Lebensbedingungen, außer der Schwerelosigkeit, ausgesetzt, um im Vergleich mit unter terrestrischen Bedingungen untersuchten Proben den Einfluß der Schwerelosigkeit eindeutig sichtbar zu machen.

[0003] In diesem Zusammenhang stellt es eine bereits bekannte Maßnahme dar, eine aktive Kontrolle der Temperatur in einem derartigen Experimentcontainer entweder mittels Heizeinrichtungen und Peltierelementen auszuüben, oder aber eine gleichmäßige Temperierung der gesamten Zentrifuge durch einen Inkubator sicherzustellen. Um eine aktive Kontrolle zu ermöglichen, werden in der Regel über Schleifringkontakte Datenleitungen und sowie eine Stromversorgung an den Experimentierbehälter angeschlossen. Da die Schleifringkontakte aber üblicherweise eine nur begrenzte Lebensdauer aufweisen, wird nach alternativen Lösungen gesucht.

[0004] Eine Alternative besteht in einer Stromerzeugung nach dem Dynamoprinzip, die zwar prinzipiell möglich ist, aber zumeist deshalb verworfen wird, weil sie unerwünschte Veränderungen des lokalen Magnetfeldes mit sich bringt. Auch ist der Einsatz von Batterien möglich, wenngleich dieser für die bemannte Raumfahrt aus Sicherheitsüberlegungen unerwünscht ist.

[0005] Um für die zeitlich begrenzte Dauer eines auf einer Zentrifuge ablaufenden Prozesses eine gezielte Temperierung bei zwei unterschiedlichen Temperaturen zu ermöglichen, wurde bereits eine Vorrichtung der eingangs genannten Art vorgeschlagen, bei der zwei vortemperierte Massen an den Experimentierbehälter angeschlossen werden. Durch rein mechanisch bei der Zentrifugation ausgelöste Mechanismen kommen bei dieser bekannten Vorrichtung die beiden verschiedenen Temperaturbereiche praktisch selektiv zur Wirkung. Der Vorteil dieser bekannten Anordnung besteht darin, daß keine Schleifringe benötigt werden. Allerdings ist ihr Einsatz auf die zuvor gespeicherten Wärmemengen begrenzt und es bestehen nur geringe Regelmöglichkeiten.

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, eine Vorrichtung der eingangs genannten Art so auszubilden, daß eine aktive Thermalkontrolle ausgeübt werden kann und der

Betrieb mit praktisch beliebiger Dauer möglich ist. Dabei sollen weder elektrische noch magnetische Wechselwirkungen über die Verbindung zwischen ruhenden und sich bewegenden Komponenten benötigt werden.

[0007] Die Erfindung löst diese Aufgabe dadurch, daß sowohl auf dem Rotor als auch auf dem Stator des Systems in geringem Abstand voneinander angeordnete Elemente zur Wärmeübertragung vorgesehen sind, wobei den auf dem Stator angeordneten Elementen wenigstens ein wärmeerzeugendes Kontrollsystem zugeordnet ist.

[0008] Zur Erweiterung des Anwendungsbereiches ist es mit einer solchen Vorrichtung auch möglich, eine technische Verbindung zwischen ruhenden und sich drehenden Modulen von Raumfahrtssystemen zu verwirklichen. Solche Verbindungen benötigt z.B. der Aufenthalt von Passagieren in sich drehenden Modulen mit einer künstlichen Schwerkraft, mit gleichzeitiger Anordnung von Andockstellen für Fahrzeuge, Antennen oder dergleichen in einem ruhenden Teil. Dieses Prinzip wird bei Raumfahrt-hotels und auch bei Langzeitflügen, beispielsweise zum Mars, angewendet werden. Bei allen Lösungen ist die Vermeidung oder Verringerung von elektrischen Schnittstellen vorteilhaft.

[0009] Vorteilhafte Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Vorrichtung sind gemäß den Merkmalen der weiteren Ansprüchen 2 bis 10 gekennzeichnet.

[0010] Bei der bevorzugten Ausführungsform der Vorrichtung nach der Erfindung bestehen die wärmeübertragenden Elemente aus einem auf dem Rotor aufliegenden Ring, der innen und außen von je einem an dem ruhenden Teil des Systems, beispielsweise am feststehenden Deckel der Zentrifuge, angeordneten Ring eingerahmt wird. Werden die beiden stehenden Ringe auf eine vorgebbare Temperatur gebracht, dann nimmt der sich drehende Ring aufgrund des eintretenden Strahlungsaustausches in kurzer Zeit die gleiche Temperatur wie diese beiden stehenden Ringe an. Dabei überträgt zusätzlich auch die im Spalt zwischen den Ringen befindliche Luft Wärme. Durch eine geeignete Gestaltung dieses Luftspaltes zwischen den Ringen kann zudem ein größerer, sich nachteilig auswirkender Luftaustausch mit anderen Teilen der Zentrifuge unterbunden bzw. zumindest weitgehend reduziert werden. Zur Erhöhung des Wirkungsgrades und der zur Verfügung stehenden Austauschfläche können mehrere dieser ineinandergreifenden Ringsysteme konzentrisch angebracht werden.

[0011] Die Nutzung der auf diese Weise übertragenen Wärmeenergie kann entweder durch Wärmeleitung zum Fuß des auf dem Rotor befindlichen Ringes erfolgen, oder aber mittels eines mechanisch initiierten Flüssigkeitskreislaufes. Eine vorteilhafte Ausführungsform stellt die Auslegung der Ringe als Wärmeröhre dar, so daß die Wärme schnell weitergeleitet wird. Eine Isolierung des Übertragungssystems gegenüber dem Behälter bzw. den Behältern verhindert dabei eine unerwünschte thermische Beeinflussung. Durch das Anbringen zweier

derartiger Wärmeübertragungssysteme in einer Zentrifuge können zudem zwei unterschiedliche Temperaturniveaus bereitgestellt werden.. Kommen auf diese Weise zwei Wärmereservoirs mit unterschiedlichen Temperaturniveaus zum Einsatz, dann läßt sich überdies durch die Ausnutzung des Peltiereffektes Strom aus dieser Anordnung gewinnen.

[0012] Es besteht bei der Lösung nicht nur den Vorteil, daß am Stator ein die benötigte Wärmemenge bereitstellendes passendes Thermalsystem vorgesehen ist und eine direkte Stromübertragung vom Rotor auf den Stator vermieden wird, sondern daß sich durch die Messung von Temperaturen in den Übertragungsringen Rückschlüsse auf die gerade übertragenen Wärmeflüsse ziehen lassen und eine Temperaturmessung auf dem Rotor somit entfallen kann. Die Kontrolle zweier Temperaturniveaus in zwei getrennten Wärmereservoirs ermöglicht zudem eine dynamische Einflußnahme auf die auf dem Rotor befindlichen Komponenten und die in diesen ablaufenden Prozesse. Vor allem aber ist der Betrieb eines mit einer erfindungsgemäßen Vorrichtung ausgestatteten Systems, beispielsweise einer Zentrifuge, nicht durch die beschränkte Wärmekapazität der zur Verfügung stehenden Ressourcen begrenzt.

[0013] Nachfolgend soll die Erfindung anhand zweier in der Zeichnung dargestellter Ausführungsbeispiele näher erläutert werden. Es zeigen:

- Fig. 1 einen vertikalen Schnitt durch eine erste Anordnung in schematischer Darstellung und
 Fig. 2 einen vertikalen Schnitt durch eine zweite Anordnung, ebenfalls in schematischer Darstellung.

[0014] Bei der in Fig. 1 gezeigten Anordnung stellt ein auf einem Stator 1 einer Zentrifuge angeordnetes aktives Thermalkontrollsystem 2 definierte Temperaturniveaus bereit. Am Stator 1 befindet sich eine aus zwei wärmeabgebenden Elementen 3, 4 bestehende Übertragungsanordnung, mittels derer durch Wärmeleitung die vom Thermalsystem 2 bereitgestellte Temperatur als Oberflächentemperatur auf einer größeren Fläche zur Verfügung gestellt wird. In unmittelbarer Nähe der wärmeabgebenden Elemente 3, 4 befindet sich am Rotor 5 der Zentrifuge ein wärmeaufnehmendes Element 6. Um weitere in der Nachbarschaft befindliche, in der Zeichnung nicht dargestellte Komponenten gegen etwaig abgestrahlte Wärme abzuschirmen, sind ferner Isolationselemente 7, 8 vorgesehen, die die wärmeabgebenden Elemente 3, 4 umgeben.

[0015] Die die Wärme übertragenden Flächen sind bei dem hier beschriebenen Ausführungsbeispiel ringförmig ausgebildet, wobei zur Erweiterung der wärmeübertragenden Flächen die Ringe in Form konzentrischer Rippen 3, 4 auf dem Stator 1 angebracht sein können.

[0016] Eine Erhöhung der Anzahl der Ringe auf Rotor 6 und Stator 1 und ihre alternierende Anordnung gemäß

Fig. 1 führt zur Erhöhung der Austauschfläche und somit zur Effizienzsteigerung.

[0017] Die Kreise der Rippen 3, 4 müssen nicht vollständig ausgebildet sein. Vielmehr können auch Unterbrechungen für den Einbau von Zuführungen und Zuleitungen bzw. von Ableitungen vorgesehen sein. Allerdings hat sich zur Vermeidung eines Luftaustausches zwischen dem Übertragungsspalt und den angrenzenden Bereichen eine geschlossene Bauform als vorteilhaft erwiesen. Das Thermalsystem 2 kann sowohl, wie in der Zeichnung dargestellt, unmittelbar an den Rippen 3, 4 untergebracht sein, es kann aber auch separat von diesen angeordnet sein.

[0018] Die Rippen 3, 4 können entweder passiv mittels Wärmeleitung temperiert werden, es kann aber auch eine Vorrichtung zum effektiveren Wärmeaustausch zwischen Thermalsystem 2 und Rippen 3,4 mittels Fluidkreisläufen vorgesehen sein. Eine günstige Ausführung ist die Gestaltung als Wärmeleitrohre.

[0019] Auf dem Rotor befindet sich ein entsprechend ausgebildetes Gegensystem, das so angebracht ist, daß ein möglichst effektiver Wärmeaustausch zwischen Rotor 5 und Stator 1 gewährleistet ist. In der Abbildung ist eine Anordnung dargestellt, bei der das wärmeaufnehmende Element 6 ebenfalls ringförmig ausgebildet ist.

[0020] Bei der in Fig. 2 dargestellten Anordnung lassen sich durch den Einbau mehrerer, im Fall der hier gezeigten Vorrichtung zweier Thermalkontrollsysteme 12, 22 unterschiedliche Temperaturniveaus realisieren. Die Anordnung weist im Prinzip die gleichen Grundkomponenten wie die in Fig. 1 dargestellte auf, d.h. einen Stator 11, auf dem die beiden Thermalkontrollsysteme 12, 22 sowie ring- bzw. rippenförmige Übertragungseinheiten 13, 14, 23, 24 angeordnet sind, die wieder von Isolationselementen 17, 18, 27, 28 umgeben sind, ferner einen Rotor 15 mit entsprechenden ring- bzw. rippenförmigen ausgebildeten Aufnahmeelementen 16 und 26.

[0021] Das Vorhandensein zweier unterschiedlicher Temperaturniveaus bietet die Möglichkeit, durch den Einbau eines schwerkraftgetriebenen Fluidkreislaufigsystems eine noch effektivere Temperierung des bzw. der Experimentbehälter zu erzielen. Zusätzlich können die beiden auf unterschiedlichem Temperaturniveau befindlichen, die Wärme aufnehmenden Reservoirs 16, 26 auf dem Rotor 15 zur Erzeugung von elektrischem Strom unter Ausnutzung des Peltiereffektes miteinander gekoppelt werden. Dies hat den Vorteil, daß es zu keinen Störungen des lokalen Magnetfeldes infolge sonstiger stromführender Komponenten kommt.

[0022] Eine besonders vorteilhafte Anordnung ergibt sich durch eine Kombination der die Wärme übertragenden Elemente 3, 4, 6 bzw. 13, 14, 16 und 23, 24, 26 mit in den Figuren nicht dargestellten Lagern, in denen sich der Rotor 5 bzw. 15 dreht. In diesem Fall ist der Rotor nicht mehr auf der Achse gelagert, sondern diese Lagerfunktion wird von den Bestandteilen des die Wärme

übertragenden Systems mit übernommen.

Patentansprüche

1. Vorrichtung zum Temperieren von auf dem Rotor eines aus mindestens zwei gegeneinander rotierenden Teilsystemen bestehenden Systems angeordneten Behälters mittels temperierbarer, mitbewegter Massen, dadurch gekennzeichnet, daß sowohl auf dem Rotor (5, 15) als auch auf dem Stator (1, 11) des Systems in geringem Abstand voneinander angeordnete Elemente zur Wärmeübertragung (3, 4, 6, 13, 14, 16, 23, 24, 26) vorgesehen sind, wobei den auf dem Stator (1, 11) angeordneten Elementen (3, 4, 13, 14, 23, 24) wenigstens ein wärmeerzeugendes bzw. wärmeabziehendes Kontrollsystem (2, 12, 22) zugeordnet ist. 5
2. Vorrichtung nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeübertragenden Elemente (3, 4, 6, 13, 14, 16, 23, 24, 26) als konzentrisch ineinanderliegende, aus der Oberfläche des Stators (1, 11) und Rotors (5, 15) hervorragende Ringe ausgebildet sind. 10
3. Vorrichtung nach Anspruch 2, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeübertragenden Elemente (3, 4, 6, 13, 14, 16, 23, 24, 26) als ringförmige Rippen ausgebildet sind. 15
4. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeübertragenden ringförmigen Rippen (3,4,6,13,14,16) in größerer Anzahl derart angeordnet sind, daß sich immer eine Rippe (6,16) auf dem Rotor (6) und eine Rippe (3,4,13,14) auf den Stator (1) abwechseln. 20
5. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, daß die wärmeübertragenden Elemente (3, 4, 6, 13, 14, 16, 23, 24, 26) von Isolationselementen (7, 8, 17, 18, 27, 28) umgeben sind. 25
6. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärmeübertragung auf dem Rotor zwischen den wärmeübertragenden Elementen (6, 12, 26) einerseits und den Behältern auf dem Rotor andererseits durch ein aktives oder passives Übertragungssystem durchführbar ist. 30
7. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, daß für die Wärmeleitung zwischen aktiven Thermalsystem und den Rippen (3,4,13,14) auf den Stator (1) beziehungsweise zwischen den Rippen (6,16) und den zu temperierenden Komponenten auf dem Rotor (6) die Auslegung als Wärmerohr erfolgt. 35
8. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 5, dadurch gekennzeichnet, daß zwei auf unterschiedlichem Temperaturniveau befindliche Wärmekontroll- und übertragungssysteme (12-14, 16-18, 22-24, 26-28) auf jeweils einem Stator (11) und Rotor (15) angeordnet sind. 40
9. Vorrichtung nach Anspruch 6, dadurch gekennzeichnet, daß die auf dem Rotor (15) angeordneten wärmeaufnehmenden Elemente (16, 26) zu einem Peltierelement verbunden sind. 45
10. Vorrichtung nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, daß die Wärme übertragenden Elemente (3-6, 13-16, 23-26) mit Lagern für den Rotor (5-15) kombiniert sind. 50

