

(19)



(11)

EP 2 023 070 A1

(12)

EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG

(43) Veröffentlichungstag:

11.02.2009 Patentblatt 2009/07

(51) Int Cl.:

F28D 19/04 (2006.01)(21) Anmeldenummer: **07014528.9**(22) Anmeldetag: **24.07.2007**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB GR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MT NL PL PT RO SE SI SK TR

Benannte Erstreckungsstaaten:

AL BA HR MK RS(71) Anmelder: **Balcke-Dürr GmbH****57482 Wenden (DE)**

(72) Erfinder:

- Halbe, Volker
57412 Olpe (DE)
- Rath, Heinz-Günter
57462 Olpe (DE)

(74) Vertreter: **Lang, Friedrich et al**
Lang & Tomerius
Patentanwälte
Landsberger Strasse 300
80687 München (DE)

(54) **Regenerativ-Wärmetauscher und Radialrichtung zur Verwendung für einen solchen sowie Verfahren zum Trennen von gasförmigen Medien in einem regenerativ-Wärmetauscher**

(57) Die Erfindung betrifft einen Regenerativ-Wärmetauscher zum Wärmetausch von gasförmigen Medien mit einem im Wesentlichen zylindrischen Wärmespeicherkörper (10). Ferner betrifft die Erfindung eine Radialdichtung zur Verwendung in einem Regenerativ-Wärmetauscher sowie ein Verfahren zum Trennen von gasförmigen Medien in einem Regenerativ-Wärmetauscher. Der Wärmespeicherkörper des Regenerativ-Wärmetauschers weist eine Vielzahl von radial verlaufenden Sektorwänden (12) auf, die den Wärmespeicherkörper in Sektoren (15) aufteilen. Innerhalb eines Sektors sind mindestens zwei in Radialrichtung hintereinander angeordnete Wärmespeicherkammern (19) vorgesehen, die zum Durchströmen der gasförmigen Medien ausgebildet sind. Ferner sind zur Trennung der Gasströme Radialdichtungen (20) an den Stirnflächen des Wärmespeicherkörpers angeordnet, die Abdeckflächen für die Wärmespeicherkammern bilden und die Wärmespeicherkammern während des Betriebes des Regenerativ-Wärmetauschers wechselweise abdecken, wobei die Radialdichtungen und der Wärmespeicherkörper relativ zu einander verdrehbar sind. Um das Auftreten von Schwingungen zu vermeiden, die durch die im Wärmespeicherkörper zwischen den einzelnen Gasbereichen herrschenden Druckunterschiede hervorgerufen werden, sind die Radialdichtungen so ausgebildet, dass sie von den radial hintereinander angeordneten Wärmespeicherkammern eines Sektors in jeder Drehstellung die Öffnung mindestens einer Wärmespeicherkammer höchstens teilweise abdecken.

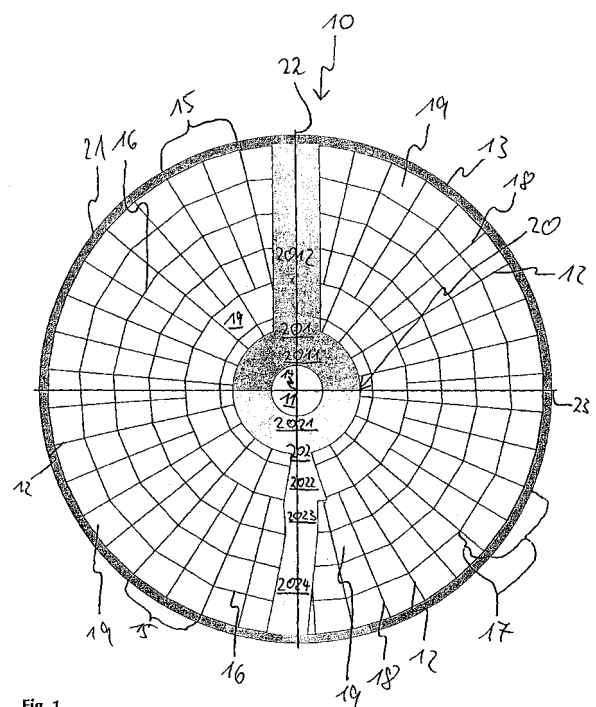


Fig. 1

EP 2 023 070 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft einen Regenerativ-Wärmetauscher gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 1 sowie eine Radialdichtung zur Verwendung in einem Regenerativ-Wärmetauscher gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 8. Ferner betrifft die Erfindung ein Verfahren zum Trennen von gasförmigen Medien in einem Regenerativ-Wärmetauscher gemäß dem Oberbegriff des Anspruchs 11.

[0002] Bei bekannten Wärmetauschern dieser Art ist ein normalerweise zylindrischer Wärmespeicherkörper vorgesehen, der zur Durchströmung von gasförmigen Medien ausgebildet ist. Diese Wärmespeicherkörper werden durch radial verlaufende Wände, im Folgenden Sektorwände genannt, in Sektoren unterteilt. Die Sektorwände verlaufen im Wesentlichen durchgehend von der Längsachse des Wärmespeicherkörpers bis zum Wärmespeicherrand und sind parallel zur Längsachse ausgerichtet oder liegen in einer Ebene damit. Ebenfalls sind die Sektorwände von einer Wärmespeicherstirnseite zur anderen durchgehend ausgebildet. Aus Konstruktions- und Kostengründen sind die Sektorwände gewöhnlich gleichmäßig im Wärmespeicherkörper verteilt, so dass sich Sektoren von gleicher Form und gleichen Volumens ergeben. Da die Wärmespeicherkörper zum Teil Durchmesser von 20 m und mehr aufweisen, werden die Sektoren aus Konstruktionsgründen durch die Einbringung weiterer Wände in mehrere, von gasförmigen Medien durchströmbare Wärmespeicherkammern unterteilt, wobei häufig mehrere Wärmespeicherkammern innerhalb eines Sektors in Wärmespeicherkörperradialrichtung hintereinander angeordnet sind.

[0003] Grundsätzlich stehen zum Wärmetausch zwischen gasförmigen Medien rekuperative oder regenerative Wärmetauschersysteme zur Verfügung. Bei den rekuperativen Wärmetauschern wird der Strom des wärmeabgebenden Mediums direkt an einen oder mehrere Ströme wärmeaufnehmender Medien angelegt und die Wärme wird unmittelbar durch eine Trennwand übertragen. Bei Regeneratoren wird die Wärme mit Hilfe eines wärmespeichernden Zwischenmediums übertragen. Solche wärmespeichernden Zwischenmedien sind bei Regenerativ-Wärmetauschern in den Wärmespeicherkammern des Wärmespeicherkörpers angeordnet. Hierbei handelt es sich häufig um geschichtete Stahlblechlagen, die bei Bedarf emailliert sein können. Diese sind häufig als Korbsysteme ausgebildet, die dann als Ganzes in eine Wärmespeicherkammer eingesetzt werden können und diese ausfüllen. Alternativ werden als wärmespeichernde Zwischenmedien teilweise auch Keramikkörper oder Heizflächen aus Kunststoff verwendet.

[0004] Bei den bekannten Wärmetauschern ist der Wärmespeicherkörper entweder feststehend oder um seine Längsachse drehbar ausgebildet, wobei man im ersten Fall von einem "Stator" und im letztern Fall von einem "Rotor" spricht. Bei einem Wärmetauscher mit einem Rotor ist das Rotorgehäuse, inklusive der daran be-

festigten Gaskanalanschlüsse, feststehend ausgebildet, so dass sich der Rotor durch die verschiedenen Gasströme hindurchdreht. Dagegen sind bei einem Wärmetauscher mit Stator an beiden Statorstirnseiten rotierende Gaskanalanschlüsse, sogenannte Drehhauben, angeordnet. Bei beiden Varianten werden also die verschiedenen Bereiche des Wärmespeicherkörpers wechselweise von sämtlichen vorhandenen Gasströmen durchströmt.

[0005] Das wärmeabgebende gasförmige Medium durchströmt den Wärmespeicherkörper von einer Stirnseite zur anderen und erwärmt dadurch die darin in den einzelnen Wärmespeicherkammern angeordneten Heizelemente, die diese Wärme speichern. Ferner strömen ein oder mehrere wärmeaufnehmende gasförmige Medien durch den Wärmespeicherkörper, ebenfalls von einer Stirnseite zur anderen. Durch die Drehung des Rotors bzw. die der Drehhauben, werden die aufgewärmten Heizelemente von den kalten Gasströmen durchströmt und erwärmen diese somit.

[0006] Im Kraftwerksbereich werden beispielsweise häufig ein heißer, wärmeabgebender Abgasstrom und ein kalter, wärmeaufnehmender Luftstrom durch den Wärmespeicherkörper geleitet. Hierbei handelt es sich um den Prozess der Luftvorwärmung (Luvos). Anschließend wird die erwärmte Luft einer Feuerung zugeführt und dementsprechend auch als Brennluft oder Verbrennungsluft bezeichnet. Die durch den Wärmetauscher erhöhte Brennluftwärme substituiert Teile der im Brennstoff enthaltenen Energie, wodurch die für die Feuerung benötigte Brennstoffmenge reduziert wird. Folglich wird auch die bei der Feuerung freigesetzte CO₂-Menge reduziert.

[0007] Ferner können die beschriebenen Wärmetauscher auch zur Gasvorwärmung (Gavos) eingesetzt werden. Bei Wärmetauschern die als sogenannten DeSOx-Anlagen ausgeführt sind, wird beispielsweise ein heißes Rohgas mit hohem SOx-Gehalt abgekühlt und ein Reingas mit niedrigem SOx-Gehalt erwärmt. Bei sogenannten DeNOx-Anlagen wird wiederum ein heißes Reingas mit niedrigem NOx-Gehalt abgekühlt und ein Rohgas mit hohem NOx-Gehalt erhitzt.

[0008] Üblicherweise werden der wärmeabgebende Gasstrom und der oder die wärmeaufnehmenden Gasströme gemäß dem Gegenstromprinzip einander entgegengesetzt strömend durch den Wärmespeicherkörper geführt. So wird auf der Seite, auf der das wärmeabgebende Gas in den Wärmespeicherkörper eingeleitet wird, auch das wärmeaufnehmende Gas aus dem Wärmespeicherkörper herausgeführt. Man spricht hier von der heißen Seite des Wärmetauschers. Dem gegenüberliegend wird das abgekühlte, wärmeabgebende Gas ausgeblasen und das noch kühle wärmeaufnehmende Gas eingeblasen. Dementsprechend ist dies die sogenannte kalte Seite. Im Fall eines Regenerativ-Wärmetauschers der beispielsweise zur Luftvorwärmung ausgebildet ist, weist dieser also auf seiner heißen Seite einen Gaseinlass und einen Luftauslass und auf seiner kalten Seite einen Gasauslass und einen Lufteinlass auf. Das Abgas

durchströmt also einen Abgasbereich, der sich von der heißen zur kalten Seite des Wärmetauschers erstreckt, während die Brennluft einen Brennluftbereich durchströmt, der sich von der kalten zur heißen Seite erstreckt.

[0009] Die Unterteilung des Wärmespeicherkörpers in Wärmespeicherkammern ist vorgesehen, um zu verhindern, dass sich die verschiedenen Gasströme miteinander vermischen. Durch die verschiedenen Kammern wird, voneinander getrennt, gleichzeitig wärmeabgebendes Gas bzw. wärmeaufnehmendes Gas geführt. Um eine Durch- bzw. Umströmung der in den Wärmespeicherkammern befindlichen wärmespeichernden Zwischenmedien zu gewährleisten, sind die Wärmespeicherkammern an den Stirnseiten des Wärmespeicherkörpers offen.

[0010] Zur Trennung der verschiedenen Gasströme voneinander sind an den Stirnseiten des Wärmespeicherkörpers eine oder mehrere Radialdichtungen vorgesehen. Eine Radialdichtung ist häufig als Leiste oder Balken ausgebildet und erstreckt sich orthogonal zur Drehachse bzw. Längsachse des Wärmespeicherkörpers verlaufend über den Durchmesser des Wärmespeicherkörpers. Dabei ist sie üblicherweise eben ausgebildet und verläuft durch den Wärmespeicherkörpermittelpunkt. Sie ist häufig aus Metall oder aus anderen Werkstoffen wie z.B. Kunststoff hergestellt und kann einstückig oder auch mehrstückig ausgebildet sein.

[0011] Die Radialdichtung kann in Richtung der Wärmespeicherkörperlängsachse, das heißt vom Wärmespeicherkörper weg oder zum Wärmespeicherkörper hin, verstellbar ausgebildet sein. Häufig werden die Radialdichtungen in dieser Weise ausgeführt, um wärmebedingte Verformungen des Wärmespeicherkörpers ausgleichen zu können. Somit kann der Dichtspalt zwischen der Radialdichtung und der Wärmespeicherkörperstirnseite möglichst gering gehalten werden, um Leckagen zwischen den verschiedenen Gasströmen zu reduzieren. Die Beibehaltung eines minimalen Dichtspalts ist notwendig, um die Verdrehbarkeit von Wärmespeicherkörper und Radialdichtung relativ zueinander zu gewährleisten.

[0012] Typischerweise besteht die Radialdichtung aus zwei oder mehreren Dichtungsarmen, wobei sich ein Dichtungsarm im Wesentlichen von der Drehachse zum Außenrand des Wärmespeicherkörpers erstreckt. Die Anzahl der Dichtungsarme hängt normalerweise von der Anzahl der vorhandenen, verschiedenen Gasströme ab. Strömen, beispielsweise bei einem Wärmetauscher, der einen Rotor als Wärmespeicherkörper verwendet, zwei Gasströme durch den Rotor, werden sowohl an der kalten als auch an der heißen Seite jeweils zwei Dichtungsarme vorgesehen, bei drei Gasströmen drei Dichtungsarme, usw. Dadurch, dass die Radialdichtung relativ zur Drehbewegung des Rotors ortsfest angeordnet ist, drehen sich die Öffnungen der Wärmespeicherkammern unter der Radialdichtung hindurch. Bei einer vollständigen Umdrehung des Rotors befindet sich jeder Punkt der Stirnflächen des Rotors einmal unterhalb bzw. oberhalb

eines jeden Dichtungsarms.

[0013] Die Radialdichtungen wurden bei bekannten Regenerativ-Wärmetauschern so ausgebildet, dass in jeder Drehlage, das heißt jeder beliebigen Stellung von Wärmespeicherkörper und Radialdichtung zueinander, eine Sektorwand unterhalb und oberhalb eines Dichtungsarmes liegt. Somit werden die verschiedenen Gasbereiche, beispielsweise der Brennluftbereich und der Abgasbereich, stets durch eine radial von der Drehachse zum Wärmespeicherkörpertrand verlaufende Sektorwand getrennt.

[0014] Um die Leckage zwischen den verschiedenen Gasbereichen weiter zu verringern, wurden Regenerativ-Wärmetauscher vorgestellt, bei denen die Radialdichtungen so ausgebildet sind, das zumindest zeitweise während des Betriebes des Wärmetauschers zwei Sektorwände unterhalb bzw. oberhalb eines Dreharmes angeordnet sind. Dadurch werden die Sektoren und somit auch die darin angeordneten Wärmespeicherkammern bei einem Rotorumlauf bzw. bei einem Drehhaubenumlauf von den Dichtungsarmen jeweils einmal vollständig abgedeckt. Hierdurch soll die Leckage verringert und somit der Wirkungsgrad des Wärmetauschers verbessert werden. Ein derartiger Wärmetauscher wird beispielsweise in der DE 44 20 131 C2 vorgestellt, bei welchem sogar bei jeder Drehstellung mindestens zwei benachbarte Sektorwände unterhalb eines Dichtungsarms angeordnet sind.

[0015] Durch das kontinuierliche Schließen und Öffnen der Wärmespeicherkammern entstehen permanente, mechanische Schwingungen. Diese werden durch die beim Öffnen und Schließen der Wärmespeicherkammern entstehenden unterschiedlichen Druckverhältnisse hervorgerufen und wirken pulsierend auf die Radialdichtungen ein. Dieser Vorgang wird auch als "Pumpen" der Dichtungen bezeichnet. Die Intensität dieses Pumpens und somit auch die Stärke der Einwirkung auf die Radialdichtung ist abhängig von den vorliegenden Druckdifferenzen zwischen den verschiedenen Gasströmen und von der Fläche der Dichtungen. Da sich dieser Vorgang kontinuierlich wiederholt, erhöht sich die mittlere Dichtspalthöhe. Außerdem wird der Verschleiß der Radialdichtungen und der Stirnflächen des Wärmespeicherkörpers erheblich erhöht. Aus diesen Faktoren resultiert ein Anstieg der Leckage. Eine größere Leckage ist gleichbedeutend mit einem höheren Energiebedarf für den Antrieb der Ventilatoren, die für den Transport der Rauchgase bzw. der Luft benötigt werden, was sich in einer Verschlechterung des Wirkungsgrades des Regenerativ-Wärmetauschers niederschlägt. Neben dieser Verschlechterung führen höhere Leckagen zur Erhöhung von Schadstoffemissionen, wie zum Beispiel CO₂, NO_x, SO₂ und Asche, die man so niedrig wie möglich halten will. Ferner können in dem Leckagestrom, der unterhalb der Radialdichtung zwischen den verschiedenen Gasbereichen verläuft, Abgasrückstände mitgeführt werden, welche die Radialdichtungsflächen angreifen können, wodurch die Dichtigkeit der Radialdichtlei-

sten weiter verschlechtert wird.

[0016] Der Erfindung liegt daher die **Aufgabe** zugrunde, einen Regenerativ-Wärmetauscher, eine Radialdichtung zur Verwendung in einem Regenerativ-Wärmetauscher sowie ein Verfahren zum Trennen von gasförmigen Medien in einem Regenerativ-Wärmetauscher anzugeben, durch die das Pumpen der Dichtungen und somit die Leckage zwischen den verschiedenen Gasbereichen sowie der Verschleiß an den Radialdichtungen und an den Stirnflächen des Wärmespeicherkörpers reduziert werden.

[0017] Die Lösung dieser Aufgabe gelingt mit dem Regenerativ-Wärmetauscher gemäß Anspruch 1. Vorteilhaftere Weiterbildungen sind in den davon abhängigen Unteransprüchen angegeben.

[0018] Der Regenerativ-Wärmetauscher weist also einen zylindrischen Wärmespeicherkörper auf, der durch eine Vielzahl von radialen Sektorwänden in Sektoren aufgeteilt ist, wobei in jedem Sektor wenigstens zwei, in Radialrichtung hintereinander angeordnete Wärmespeicherkammern vorgesehen sind. Die Wärmespeicherkammern sind zur Durchströmung der gasförmigen Medien ausgebildet und weisen dementsprechend im Bereich der Stirnflächen des Wärmespeicherkörpers Öffnungen auf. Ferner ist wenigstens eine Radialdichtung an einer Stirnfläche des Wärmespeicherkörpers, bevorzugt an beiden Stirnflächen, vorhanden, die als Abdeckfläche für die Wärmespeicherkammeröffnungen ausgebildet ist. Die Radialdichtung ist so ausgebildet, dass sie jede Wärmespeicherkammeröffnung bei Rotation des Rotors bzw. der Drehhauben wechselweise vollständig abdeckt. Die Öffnungen der Wärmespeicherkammern werden während des Betriebes ständig geschlossen und wieder geöffnet, wobei jede Öffnung bei einem vollständigen Rotorumlauf bzw. Drehhaubenumlauf jeweils mindestens einmal von jeder Radialdichtung abgedeckt wird. Sind die Wärmekammern durchlaufend von einer Stirnseite zur anderen ausgebildet, ist es zweckmäßig, die Radialdichtungen an den beiden Stirnseiten so auszuformen und anzuordnen, dass beide Öffnungen einer Kammer im Wesentlichen gleichzeitig geschlossen und geöffnet werden und somit diese Kammer bei entsprechender Drehlage insgesamt abgeschlossen ist. Dies wird vorteilhafterweise dadurch erreicht, dass die an den beiden Stirnseiten angeordneten, gegenüberliegenden Radialdichtungen im Wesentlichen gleichförmig ausgebildet und deckungsgleich angeordnet werden.

[0019] Gemäß der Erfindung ist nun die Radialdichtung so ausgebildet, dass sie von den radial hintereinander angeordneten Wärmespeicherkammern eines Sektors in jeder Drehlage, das heißt in jeder beliebigen Stellung von Wärmespeicherkörper und Radialdichtung zueinander, die Öffnung mindestens einer dieser Wärmespeicherkammern höchstens teilweise abgedeckt. Die Grundidee der Erfindung besteht also darin, die Öffnungsflächen der innerhalb eines Sektors hintereinander angeordneten Wärmespeicherkammern und die Abdeckfläche der Radialrichtung relativ zueinander so an-

zuordnen, dass nie sämtliche radial hintereinander angeordneten Wärmespeicherkammern eines Sektors zum gleichen Zeitpunkt und somit bei keiner Drehwinkelstellung des Rotors bzw. der Drehhaube von der Radialdichtung abgedeckt sind. Grundsätzlich kann diese Relativanordnung sowohl durch eine entsprechende Ausbildung der Radialdichtung als auch durch eine entsprechende Ausbildung der Wärmespeicherkammergeometrien erreicht werden. Aus Konstruktions- und Kostengründen werden die Geometrien der Sektorwände und der Wärmespeicherkammern beibehalten und die Anpassung wird bei der Radialdichtung vollzogen. Dabei sind für die Radialdichtung grundsätzlich alle Geometrien verwendbar, die den oben beschriebenen Effekt hervorgerufen.

[0020] Dass bei der mindestens einen Wärmespeicherkammer der radial hintereinander angeordneten Wärmespeicherkammern eines Sektors nur eine höchstens teilweise Abdeckung vorliegt, bedeutet mit anderen Worten, dass diese Wärmespeicherkammer nicht vollständig oder gar nicht von der Radialdichtung abgedeckt ist. Im Gegensatz zu den bisher bekannten Wärmetauschern werden nun also nicht mehr sämtliche hintereinander angeordneten Wärmespeicherkammern eines Sektors zum gleichen Zeitpunkt vollständig abgedeckt. Die Abdeckung dieser mindestens einer Kammer ist also bei der Erfindung zeitlich von der Abdeckung der anderen hintereinander angeordneten Kammern getrennt, während bei bestimmten Rotor- bzw. Drehhaubenpositionen bei den aus dem Stand der Technik bekannten Regenerativ-Wärmetauschern, sämtliche dieser Kammern zum gleichen Zeitpunkt abgedeckt sind. Durch dieses "zeitliche Auseinanderziehen" der Abdeckungsvorgänge werden die auftretenden Schwingungen, die aufgrund der unterschiedlichen Druckverhältnisse beim Öffnen und Schließen der Wärmespeicherkammern hervorgerufen werden, deutlich reduziert. Somit wird auch die Wechselwirkung der Schwingungen auf die Radialdichtungen verringert. Ein "Pumpen" der Dichtungen wird verhindert bzw. deutlich reduziert. Dadurch ergibt sich ein geringerer Verschleiß und somit niedrigere Leckagen und längere Standzeiten der Radialdichtungen. Weiterhin wird der Wirkungsgrad der betreffenden gesamten Kraftwerksanlage verbessert.

[0021] Die gleichzeitige Abdeckung sämtlicher hintereinander angeordneter Wärmespeicherkammern eines Sektors beim Stand der Technik ergibt sich zum einen daraus, dass die Sektoren aus den geradlinigen, radialen Sektorwänden gebildet werden und die darin angeordneten Wärmespeicherkammern ebenso wie die Sektoren gleichmäßig verteilt im Wärmespeicherkörper angeordnet sind. Diese Anordnung ergibt sich zwingend aus konstruktiven und Kostengesichtspunkten. Zum anderen wurden aus den gleichen Gründen auch die einzelnen Dichtungsarme der Radialdichtung immer im Wesentlichen linear, zum Teil mit schwalbenschwanzartigen Verbreiterungen im Bereich des Wärmespeicherkörperendes, ausgebildet. Erst bei der vorliegenden Erfindung

wurde nun erkannt, dass eine Veränderung der Geometrie der Radialdichtung die mit Bezug auf die Geometrie der Wärmespeicherkammern und die Drehgeschwindigkeit des Rotors bzw. der Drehhauben gestaltet ist, den gewünschten Effekt, nämlich die Verringerung der Schwingungen, hervorruft.

[0022] Um das Ausmaß der Schwingungen weiter zu reduzieren, ist es bevorzugt, dass bei jeder Drehlage mehr als eine Wärmespeicherkammer der radial hintereinander angeordneten Wärmespeicherkammern eines Sektors mindestens teilweise geöffnet ist. So ist in einer bevorzugten Ausführungsform die Radialdichtung dergestalt ausgebildet, dass sie von den hintereinander angeordneten Wärmespeicherkammern eines Sektors zu jedem gegebenen Zeitpunkt, dass heißt bei jeder Drehwinkelstellung des Rotors bzw. der Drehhauben, höchstens eine Wärmespeicherkammer vollständig abdeckt. Hierdurch wird das Zusammenwirken der durch das Schließen und Öffnen von mehreren Wärmespeicherkammern entstehenden Schwingungen vermieden und das Pumpen der Dichtungen weiter reduziert.

[0023] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform umfasst jede Radialdichtung wenigstens zwei Dichtungsarme. Von diesen wenigstens zwei Dichtungsarmen der Radialdichtung, die im Wesentlichen von der Längsachse radial nach außen zum Wärmespeicherkörper und verlaufen, ist zumindest ein Dichtungsarm asymmetrisch ausgebildet. Dies bedeutet, dass die Geometrie des zumindest einen Dichtungsarms dergestalt geformt ist, dass die Fläche des Dichtungsarms in einer Grundrissansicht nicht symmetrisch ist. Dies schließt sowohl eine Achsensymmetrie als auch eine Punktsymmetrie aus. Es lässt sich also keine Achse bzw. kein Punkt finden, um die die Dichtungsarmfläche gespiegelt werden kann. Durch eine derartige Ausbildung kann besonders gut eine zeitversetzte Abdeckung der einzelnen Wärmespeicherkammern erreicht werden.

[0024] In einer weiter bevorzugten Ausführungsform sind die einzelnen Dichtungsarme der Radialdichtung in Dichtungsarmsegmente unterteilt. Die einzelnen Segmente sind in Radialrichtung hintereinander angeordnet und schließen sich direkt aneinander an, so dass sie sich zu einem Dichtungsarm zusammenfügen. Die beiden Außenkanten eines Segments sind jeweils im Wesentlichen linear ausgebildet. Ferner sind jeweils die Außenkanten benachbarter Dichtungsarmsegmente gegeneinander versetzt und alternativ oder zusätzlich abgewinkelt gegenüber ihren benachbarten Außenkanten angeordnet. Hierbei werden jeweils die Außenkanten auf derselben Dichtungsarmseite betrachtet. Durch den Versatz der Außenkanten gegeneinander bzw. die abgewinkelte Anordnung der Außenkanten wird vermieden, dass sämtliche innerhalb eines Sektors hintereinander angeordneten Wärmespeicherkammern gleichzeitig von einem Dichtungsarm abgedeckt sind.

[0025] Häufig sind die Wärmespeicherkörper so ausgebildet, dass sie mehrere koaxiale Ringwände aufweisen. Diese Ringwände sind häufig zylinderförmig ausge-

bildet und haben die Wärmespeicherkörperlängsachse als gemeinsame Achse. Somit durchschneiden die Ringwände die einzelnen Sektoren und teilen diese in Radialrichtung in Untersektoren ein. Diese Untersektoren können den Abmaßen einer Wärmespeicherkammer entsprechen. Es ist aber grundsätzlich auch möglich, die Untersektoren weiter in mehrere Wärmespeicherkammern zu unterteilen. Ist ein Wärmespeicherkörper durch solche Ringwände in Untersektoren unterteilt, ist es bevorzugt, dass die einzelnen Dichtungsarmsegmente der Dichtungsarme so ausgebildet sind, dass sie sich in Radialrichtung im Wesentlichen über einen Untersektor oder mehrere benachbarte Untersektoren erstrecken. Entspricht ein Untersektor einer Wärmespeicherkammer ist es zweckmäßig, dass ein sich über diesen Untersektor erstreckendes Dichtungsarmsegment ausgebildet ist, die Kammer abzudecken. Dadurch wird erreicht, dass der Kantenversatz zwischen zwei Dichtungsarmsegmenten, bzw. der Schnittpunkt zwischen zwei gegeneinander abgewinkelten Außenkanten zweier benachbarter Dichtungselemente, im Wesentlichen über einem Bereich angeordnet ist, an dem zwei Wärmespeicherkammern bzw. zwei Untersektoren aneinanderstoßen. Durch diese Ausführungsform kann die Ausbildung der einzelnen Dichtungsarmsegmente besser an einzelne Untersektoren angepasst werden, so dass sich im Betrieb die Abdeckreihenfolge der einzelnen Untersektoren bzw. Wärmespeicherkammern optimieren lässt, wodurch insgesamt das Schwingungsaufkommen weiter reduziert wird.

[0026] In einer weiteren bevorzugten Ausführungsform ist wenigstens ein Dichtungsarm in drei Dichtungsarmsegmente aufgeteilt, wobei das der Drehachse am nächsten liegende innere Segment konusförmig ausgebildet ist. Das konusförmige innere Segment ist dabei so ausgerichtet, dass es sich im Wesentlichen in Radialrichtung aufweitet. Das sich daran anschließende mittlere Segment verjüngt sich in Radialrichtung und bevorzugterweise ist wenigstens eine Kante des mittleren Segments gegenüber der benachbarten Kante des inneren Segments in Wärmespeicherkörperumfangsrichtung versetzt angeordnet. Durch die Verjüngung des mittleren Segments in Radialrichtung, sind die Kanten des mittleren Segments gegenüber dem inneren sich konusförmig nach außen aufweitenden Segment abgewinkelt. Die Querschnittfläche des äußeren Segments weitet sich in Radialrichtung wieder auf und dessen Kanten sind somit gegenüber denen des mittleren Segments abgewinkelt angeordnet. Durch Berechnungen und Versuche seitens der Anmelderin hat sich herausgestellt, dass eine solche geometrische Ausbildung eines Dichtungsarms bei der Verwendung mit Standardwärmespeicherkörpern besonders vorteilhaft ist und das Auftreten von Schwingungen weiter minimiert.

[0027] Um die Herstellung der Radialdichtung zu vereinfachen und diese somit kostengünstiger produzieren und installieren zu können, ist es zweckmäßig, alle Dichtungsarme gleichförmig auszubilden. Dies ist auch des-

halb zweckmäßig, da die Wärmespeicherkammern üblicherweise gleichmäßig im Wärmespeicherkörper verteilt angeordnet sind und somit eine optimale Ausbildung eines Dichtungsarms für sämtliche Dichtungsarme verwendet werden kann.

[0028] Es ist ferner bevorzugt, dass die Radialdichtung so ausgebildet ist, dass die Anström- und Ausströmflächen für die jeweiligen gasförmigen Medien im Wesentlichen gleich groß sind. Die An- und Ausströmflächen der verschiedenen gasförmigen Medien können weiterhin in ihrer Größe unterschiedlich sein und an die jeweils vorliegenden, spezifischen Anforderungen, wie z.B. maximal zulässige Druckverluste, angepasst werden.

[0029] Die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe gelingt weiterhin mit einer Radialdichtung gemäß Anspruch 8. Vorteilhafte Weiterbildungen sind in den von Anspruch 8 abhängigen Unteransprüchen angegeben.

[0030] Die aus mindestens zwei Dichtungsarmen bestehende Radialdichtung weist also wenigstens einen Dichtungsarm auf, der asymmetrisch ausgebildet ist. Durch eine solche Ausbildung wird das Ausmaß des auf die Dichtungen wirkenden Pumpens reduziert.

[0031] Ferner gelingt die Lösung der erfindungsgemäßen Aufgabe mit einem Verfahren zum Trennen von gasförmigen Medien in einem Regenerativ-Wärmetauscher gemäß Anspruch 11. Eine vorteilhafte Weiterentwicklung ist in dem vom Anspruch 11 abhängigen Unteranspruch angegeben.

[0032] Das Verfahren besteht also darin, dass bei einem bereits beschriebenen Wärmespeicherkörper eines Regenerativ-Wärmetauschers mit Sektoren und in Radialrichtung hintereinander angeordneten, durchströmbar Wärmespeicherkammern, zur Trennung der verschiedenen Gasströme, die Öffnungen der verschiedenen Wärmespeicherkammern im Wärmetauscherbetrieb wechselweise vollständig abgedeckt werden. Das heißt, die Wärmespeicherkammern werden permanent geschlossen und wieder geöffnet. Dadurch wird eine Trennung zwischen den einzelnen Gasströmen erreicht. Um das Auftreten der sich nachteilig auf die Radialdichtung auswirkenden Schwingungen, die durch die Druckunterschiede innerhalb des Wärmespeicherkörpers hervorgerufen werden, zu verringern, werden die Wärmespeicherkammern in der Weise abgedeckt, dass bei in Radialrichtung hintereinander innerhalb eines Sektors angeordneten Wärmespeicherkammern in jedem Betriebszustand des Wärmetauschers die Öffnung mindestens einer Wärmespeicherkammer höchstens teilweise abgedeckt wird. Bevorzugterweise wird ferner in jedem Betriebszustand die Öffnung höchstens einer dieser Wärmespeicherkammern vollständig abgedeckt.

[0033] Die Erfindung wird nachfolgend anhand von in der Zeichnung dargestellten Ausführungsbeispielen weiter erläutert. Es zeigen schematisch:

Fig. 1 eine Draufsicht auf einen als Rotor ausgebildeten Wärmespeicherkörper eines Regenerativ-Wärmetauschers mit einer Radialdichtung mit

zwei Dichtungsarmen, wobei ein Arm gemäß dem Stand der Technik und der andere Arm gemäß der vorliegenden Erfindung ausgebildet ist;

5

Fig. 2 eine perspektivische Seitenansicht des Rotors aus Fig. 1; und

10

Fig. 3 eine Draufsicht auf einen Ausschnitt eines als Stator ausgebildeten Wärmespeicherkörpers eines Regenerativ-Wärmetauschers mit einer Radialdichtung.

15

[0034] Bei den im Folgenden beschriebenen verschiedenen Ausführungsformen der Erfindung sind in den Figuren gleiche Bestandteile mit gleichen Bezugszeichen versehen.

20

[0035] Fig. 1 zeigt eine Draufsicht auf einen Rotor 10 eines Regenerativ-Wärmetauschers. Im Mittelpunkt 14 des Rotors 10 befindet sich eine Welle 11, um die sich der Rotor 10 dreht. Grundsätzlich ist es möglich, den Rotor so auszubilden, dass er sowohl im Uhrzeigersinn als auch gegen den Uhrzeigersinn dreht. Die Drehung des Rotors 10 erfolgt mittels eines motorischen Antriebs (hier nicht dargestellt). Der Rotor 10 weist in seinem Inneren umlaufend angeordnete Sektorwände 12 auf, die jeweils radial von der Welle 11 bis zum Außenrand 13 des Rotors 10 verlaufen. Die Sektorwände 12 sind geradlinig ausgebildet und verlaufen von einer Stirnseite des Rotors 10 zur anderen. Alle Sektorwände 12 haben einen gemeinsamen Schnittpunkt im Mittelpunkt 14 des Rotors 10. Die Sektorwände 12 sind gleichmäßig und umlaufend im Rotor 10 verteilt, so dass jeweils zwei benachbarte Sektorwände 12 gleich große Sektoren 15 bilden. Insgesamt ist der Rotor 10 in zwanzig gleich große Sektoren 15 unterteilt. Ein Sektor 15 wird also an seinen beiden Seiten von jeweils einer Sektorwand 12, an seiner Innenseite von der Welle 11 und an seiner Außenseite vom Rand 13 des Rotors 10, der als zylindrischer Außenmantel ausgebildet ist, begrenzt.

40

45

[0036] Ferner sind innerhalb des Rotors mehrere Ringwände 16 angeordnet, die jeweils umlaufend und in sich geschlossen ausgebildet sind. Die Ringwände 16 sind koaxial zueinander angeordnet, wobei die gemeinsame Achse die durch den Mittelpunkt 14 verlaufende Drehachse ist. Die Ringwände 16 sind annähernd zylindrisch ausgebildet, wobei der Abschnitt einer Ringwand 16 zwischen zwei Sektorwänden 12 jeweils geradlinig ausgebildet ist und gegenüber den benachbarten Ringwandabschnitten leicht abgewinkelt ist. Auch die Ringwände 16 verlaufen durch den gesamten Rotor 10 von einer Stirnseite zur anderen hindurch. Die Ringwände 16 unterteilen die Sektoren 15 weiter in Untersektoren 17. Jeder der vier äußeren Untersektoren 17 eines jeden Sektors 15 ist jeweils durch eine radial verlaufende Zwischenwand 18 in zwei Wärmespeicherkammern 19 unterteilt, wobei sich bei den vier äußeren Untersektoren 17 durch die in etwa mittig verlaufenden Zwischenwand

50

55

18 jeweils pro Untersektor 17 zwei etwa gleich große Wärmespeicherkammern 19 ergeben. Die Verwendung von Zwischenwänden 18 ist nicht zwingend erforderlich und erfolgt im vorliegenden Beispiel aus konstruktiven Gründen. Die inneren zwei Untersektoren 17 sind nicht weiter unterteilt, so dass diese beiden Untersektoren 17 jeweils eine Wärmespeicherkammer 19 bilden. Insgesamt sind pro Sektor 15 also zehn Wärmespeicherkammern 19 vorhanden. Grundsätzlich kann die Anzahl der Wärmespeicherkammern pro Sektor variiert werden und ergibt sich üblicherweise in Abhängigkeit der Größe des jeweils vorliegenden Wärmespeicherkörpers.

[0037] Durch das Vorhandensein der Zwischenwand 18 sind die Wärmespeicherkammern 19 im vorliegenden Ausführungsbeispiel also nicht nur in rotorradialer Richtung hintereinander, sondern teilweise auch nebeneinander angeordnet. Die einzelnen Wärmespeicherkammern 19 sind mit Heizelementen ausgefüllt (hier nicht dargestellt), wie beispielsweise Stahlblechen.

[0038] Über dem Rotor 10 ist eine Radialdichtung 20 angeordnet, die sich in Radialrichtung des Rotors von einer Seite zur anderen erstreckt. Die Radialdichtung 20 ist eingefasst in eine ebenfalls an der Rotorstirnseite angeordnete, dem Verlauf des Randes 13 des Rotors 10 folgende Umfangsdichtung 21. Die Radialdichtung 20 besteht aus einem oberen Dichtungsarm 201 und einem unteren Dichtungsarm 202, die im Bereich der horizontalen, durch den Mittelpunkt 14 des Rotors 10 verlaufenden Mittellinie 23 aneinanderstoßen. Die Radialdichtung 20, bestehend aus den zwei Dichtungsarmen 201 und 202, unterteilt den Rotor 10 in zwei Gasbereiche, einen rechts von der Radialdichtung 20 und einen links davon. Somit kann mit dem hier vorliegenden Rotor 10 Wärme von einem gasförmigen Medium auf ein Weiteres übertragen werden. Die Radialdichtung 20 sowie die diese umfassende Umfangsdichtung 21 sind gegenüber den Drehbewegungen des Rotors 10 ortsfest angeordnet, so dass sich der Rotor 10 unter der Radialdichtung 20 hindurchdreht.

[0039] Der obere Dichtungsarm 201 ist gemäß den aus dem Stand der Technik bekannten Radialdichtungen ausgebildet, während der untere Dichtungsarm 202 gemäß der vorliegenden Erfindung ausgebildet ist. Der Dichtungsarm 201 ist hier gemäß den aus dem Stand der Technik bekannten Ausgestaltungen abgebildet, um die Unterschiede zwischen der erfindungsgemäßen Radialdichtung und dem Stand der Technik anschaulicher darstellen zu können. In einem erfindungsgemäßen Regenerativ-Wärmetauscher werden daher selbstverständlich sämtliche Dichtungsarme gemäß dem Dichtungsarm 202 ausgebildet.

[0040] Beide Dichtungsarme 201, 202 weisen jeweils einen inneren, halbringförmigen Teil 2011, 2021 auf, die aneinander anliegen und somit einen kompletten Ring mit einer kreisförmigen Grundfläche bilden. In der Mitte des Rings ist eine Ausnehmung für die Welle 11 vorgesehen. An den Halbring 2011 des Dichtungsarms 201 schließt sich ein linear und radial nach außen verlaufen-

der Dichtungssteg 2012 an, der vom Halbring 2011 bis zum Rotorrand 13 verläuft. Der Dichtsteg 2012 weist über seinen gesamten Verlauf eine konstante Breite auf. Der Dichtungsarm 201 ist symmetrisch ausgebildet, wobei die vertikal durch den Mittelpunkt 14 des Rotors 10 verlaufende Mittellinie 22 gleichzeitig auch seine Spiegellachse bildet.

[0041] In der in Fig. 1 gezeigten Rotorposition deckt der Dichtungsarm 201 von den äußeren vier Untersektoren 17 eines Sektors 15 jeweils die rechten hintereinander angeordneten Wärmespeicherkammern 19 ab sowie die beiden inneren Wärmespeicherkammern 19. Somit sind also sämtliche in Rotorradialrichtung hintereinander Wärmespeicherkammern 19 dieses Sektors 15 vom Dichtungsarm 201 abgedeckt. Hierdurch werden die durch das Öffnen und Schließen der einzelnen Wärmespeicherkammern 19, aufgrund der auf den beiden Gasseiten des Rotors 10 herrschenden Druckunterschiede, hervorgerufenen Schwingungen verstärkt.

[0042] Entscheidend für die vorliegende Erfindung ist, dass die Dichtungsarme so ausgebildet sind, dass sie nicht sämtliche in Rotorradialrichtung hintereinander liegenden Wärmespeicherkammern 19 eines Sektors 15 zu einem gegebenen Zeitpunkt abdecken. Ob, wie im hier gezeigten Ausführungsbeispiel, zusätzlich zur in Rotorradialrichtung hintereinanderliegenden Anordnung der Wärmespeicherkammern 19, einige Wärmespeicherkammern 19 innerhalb eines Sektors 15 teilweise auch nebeneinander angeordnet sind, ist in diesem Zusammenhang unerheblich. Hintereinander liegen also im gezeigten Beispiel jeweils die rechten Wärmespeicherkammern 19 der äußeren vier Untersektoren 17 eines Sektors 15 und die beiden inneren Wärmespeicherkammern 19 bzw. Untersektoren 17 desselben Sektors 15 sowie daneben auch die linken Wärmespeicherkammern 19 der vier äußeren Untersektoren 17 zusammen mit den beiden inneren Wärmespeicherkammern 19.

[0043] Im Gegensatz zum Dichtungsarm 201 schließt sich bei dem erfindungsgemäßen unteren Dichtungsarm 202 an den Halbring 2021 ein inneres Armsegment 2022 an. Dieses ist konusförmig ausgebildet, wobei die Schmalseite an dem Halbring 2021 anliegt, so dass sich das innere Segment 2022 in Radialrichtung aufweitet. In Radialrichtung erstreckt sich das Dichtungsarmsegment 2022 bis zur, von innen nach außen gesehen, zweiten Ringwand 16. Somit ist das innere Dichtungsarmsegment 2022 ausgebildet, den vom Halbring 2021 nicht abgedeckten Teil des, von innen nach außen gesehen, ersten Untersektors 17 und den zweiten Untersektor 17 eines jeden Ringsektors 15 bei entsprechender Rotorstellung abzudecken.

[0044] An das innere Dichtungsarmsegment 2022 schließt sich in Radialrichtung ein mittleres Dichtungsarmsegment 2023 an. Dieses verzüngt sich leicht in Radialrichtung und erstreckt sich im Wesentlichen in Radialrichtung zwischen der zweiten und dritten Ringwand 16. Seine beiden Außenkanten sind jeweils linear ausgebildet. Die linke Außenkante schließt sich direkt an die

Außenkante des inneren Dichtungssegments 2022 an und ist gegenüber dieser leicht abgewinkelt. Die rechte Außenkante des mittleren Dichtungssegments 2023 ist dagegen gegenüber der rechten Außenkante des inneren Dichtungsarmsegments 2022 leicht versetzt angeordnet.

[0045] An das mittlere Dichtungsarmsegment 2023 schließt sich ein äußeres und letztes Dichtungsarmsegment 2024 an, das bis zum Rotorrand 13 verläuft. Auch hier sind, genauso wie bei den anderen Dichtungsarmsegmenten 2022, 2023, die Außenkanten linear ausgebildet. Sie schließen sich direkt an die Außenkanten des mittleren Dichtungsarms 2023 an und sind jeweils gegenüber diesen nach links abgewinkelt. In Rotorradialrichtung gesehen weitet sich die Querschnittsfläche des äußeren Dichtungsarms 2024 leicht auf, so das im Bereich des Rotorrandes 13 seine größte Breite vorliegt. Im Wesentlichen verläuft das äußere Dichtungsarmsegment 2024 also von der dritten Ringwand 16 bis zum Rotorrand 13 und erstreckt sich somit in Radialrichtung in etwa über drei Untersektoren 17.

[0046] Insgesamt ist der Dichtungsarm 202 asymmetrisch ausgebildet. Die geometrische Gestaltung des Dichtungsarms 202 wirkt sich in der Weise aus, dass in jeder Stellung des Rotors 10 mindestens eine der hintereinander angeordneten Wärmespeicherkammern 19 eines Sektors 15 nicht oder nur teilweise vom Dichtungsarm 202 abgedeckt ist. In der in Fig. 1 gezeigten Stellung sind beispielsweise die beiden äußeren der sich unterhalb des Dichtungsarm 202 befindlichen hintereinander angeordneten Wärmespeicherkammern 19 nur teilweise abgedeckt. Die anderen vier Wärmespeicherkammern 19, die sich ebenfalls unterhalb des Armes 202 befinden, sind dagegen vollständig abgedeckt. Wenn sich nun beispielsweise der Rotor 10 im Uhrzeigersinn drehen würde, würden zunächst die mittleren beiden der abgedeckten Wärmespeicherkammern 19 geöffnet werden, bevor die beiden äußeren, teilweise abgedeckten Wärmespeicherkammern 19 vollständig abgedeckt würden. Trotzdem wird jede Wärmespeicherkammer 19 bei jeder Rotorumdrehung einmal vollständig von dem Dichtungsarm 202 abgedeckt, so dass eine Trennung der beiden Gasbereiche voneinander stets gewährleistet ist.

[0047] In Fig. 2 ist der Rotor aus Fig. 1 in einer perspektivischen Seitenansicht dargestellt. Sämtliche Wände, das heißt die Sektorwände 12, die Ringwände 16 und die Zwischenwände 18, verlaufen durch den gesamten Rotor 10 in Axialrichtung von einer Stirnseite zur anderen hindurch.

[0048] Fig. 3 zeigt eine Draufsicht auf einen Ausschnitt eines Wärmespeicherkörpers 10 eines Regenerativ-Wärmetauschers. Der hier dargestellte Wärmespeicherkörper 10 ist im Gegensatz zum Wärmespeicherkörper aus den Fig. 1 und 2 als Stator ausgebildet, d.h. er ist ortsfest und somit feststehend. Der Aufbau des Stators 10, d.h. die Unterteilung in Sektoren, Untersektoren und Wärmespeicherkammern, ist im Wesentlichen gleich zum Aufbau des Rotors aus den Fig. 1 und 2. Ferner sind

zwei erfindungsgemäß ausgebildete Radialdichtungsarme 202 vorgesehen, die jeweils oberhalb bzw. unterhalb des Stators 10 und an diesem anliegend angeordnet sind. Die Dichtungsarme 202 weisen ebenfalls wie der erfindungsgemäße Dichtungsarm aus den Fig. 1 und 2 ein inneres Armsegment 2022, ein mittleres Armsegment 2023 und ein äußeres Armsegment 2024 auf. Im Unterschied zum Dichtungsarm aus den Fig. 1 und 2, schließen sich die Außenkanten der Armsegmente bei der in Fig. 3 gezeigten Ausführungsform an die Außenkanten der jeweils angrenzenden Segmente an und sind gegenüber diesen nicht versetzt angeordnet. Die Dichtungsarme 202 sind an der Unterseite der Außenkante einer Drehhaube (hier nicht dargestellt) angebracht und drehen sich zusammen mit dieser um den Mittelpunkt 14. An jeder Stirnseite des Stators 10 ist mindestens eine Drehhaube angeordnet. Die Mittelachsen 2025 der beiden Dichtungsarme 202 schneiden sich im Mittelpunkt 14 des Stators 10 unter einem Winkel von ca. 90°. Der Bereich, der von diesem Winkel eingeschlossen ist, wird von der Drehhaube abgedeckt. Da die Dichtungsarme 202 jeweils an den Außenkanten der Drehhaube angeordnet sind, sind die außerhalb der Drehhaube liegenden Bereiche gegenüber dem von der Drehhaube eingeschlossenen Bereich abgedichtet. Die Ausrichtung der Dichtungsarme 202 unter einem Winkel von 90° zueinander ist für die Ausführungsformen mit einem Stator als Wärmespeicherkörper 10 bevorzugt, da diese Konfiguration den Abmessungen der üblicherweise verwendeten Drehhauben entspricht. Häufig sind bei bekannten Ausführungsformen an jeder Stirnseite zwei Drehhauben achsensymmetrisch zueinander angeordnet, so dass bei diesen Ausführungsformen insgesamt vier erfindungsgemäße Dichtungsarme 202 an jeder Stirnseite anzuordnen sind.

Patentansprüche

1. Regenerativ-Wärmetauscher zum Wärmetausch von gasförmigen Medien mit einem im Wesentlichen zylindrischen Wärmespeicherkörper (10), der eine Vielzahl von im Wesentlichen radial verlaufenden Sektorwänden (12) aufweist, wobei jeweils zwei benachbarte Sektorwände (12) einen Sektor (15) begrenzen, und wobei in jedem Sektor (15) mindestens zwei in Radialrichtung des Wärmespeicherkörpers (10) hintereinander angeordnete, von den gasförmigen Medien durchströmbare Wärmespeicherkammern (19) vorgesehen sind, die im Bereich der Stirnflächen des Wärmespeicherkörpers (10) Öffnungen zum Ein- und Ausströmen der gasförmigen Medien aufweisen, und mit wenigstens einer an einer Stirnfläche des Wärmespeicherkörpers (10) angeordneten, zur Trennung der Ströme der gasförmigen Medien ausgebildeten Radialdichtung (20), die eine Abdeckfläche für die Öffnungen der Wärmespeicherkammern (19) bildet, wobei die Radialdichtung (20)

- und der Wärmespeicherkörper (10) relativ zueinander verdrehbar sind, und wobei die Radialdichtung (20) ausgebildet ist, alle Wärmespeicherkammeröffnungen an der einen Stirnfläche während des Betriebes wechselweise vollständig abzudecken, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Radialdichtung (20) so ausgebildet ist, dass sie von den radial hintereinander angeordneten Wärmespeicherkammern (19) eines Sektors (15) in jeder Drehlage von Wärmespeicherkörper und Radialdichtung zueinander die Öffnung mindestens einer Wärmespeicherkammer (19) höchstens teilweise abdeckt.
2. Regenerativ-Wärmetauscher gemäß Anspruch 1, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Radialdichtung (20) so ausgebildet ist, dass sie von den hintereinander angeordneten Wärmespeicherkammern (19) eines Sektors (15) in jeder Drehlage höchstens eine Wärmespeicherkammer (19) vollständig abdeckt.
 3. Regenerativ-Wärmetauscher gemäß Anspruch 1 oder 2, wobei die Radialdichtung (20) wenigstens zwei Dichtungsarme (202) umfasst, die jeweils im Wesentlichen von der Wärmespeicherkörperlängsachse radial nach außen zum Wärmespeicherkörperrand (13) verlaufen, **dadurch gekennzeichnet, dass** zumindest ein Dichtungsarm (202) asymmetrisch ausgebildet ist.
 4. Regenerativ-Wärmetauscher gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Radialdichtung (20) wenigstens zwei Dichtungsarme (202) umfasst, die jeweils im Wesentlichen von der Wärmespeicherkörperlängsachse radial nach außen zum Wärmespeicherkörperrand (13) verlaufen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtungsarme (202) in Radialrichtung in sich aneinander anschließende Dichtungsarmsegmente (2022, 2023, 2024) unterteilt sind, wobei die Außenkanten eines Dichtungsarmsegments (2022, 2023, 2024) jeweils geradlinig und gegenüber den sich anschließenden Außenkanten der benachbarten Dichtungsarmsegmente (2022, 2023, 2024) abgewinkelt und/oder versetzt sind.
 5. Regenerativ-Wärmetauscher gemäß Anspruch 4, wobei der Wärmespeicherkörper (10) mehrere koaxiale Ringwände (16) aufweist, die die Sektoren (15) in Untersektoren (17) unterteilen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtungsarmsegmente (2022, 2023, 2024) sich in Radialrichtung des Wärmespeicherkörpers jeweils über ein oder mehrere sich aneinander anschließende Untersektoren (17) erstrecken.
 6. Regenerativ-Wärmetauscher gemäß Anspruch 5, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Dichtungsarm (202) drei Dichtungsarmsegmente (2022, 2023, 2024) aufweist, wobei ein der Wärmespeicherkörperlängsachse am nächsten liegendes inneres Segment (2022) konusförmig ausgebildet ist und sich in Radialrichtung aufweitet, ein mittleres Segment (2023) sich in Radialrichtung verjüngt und ein äußeres Segment (2024) sich in Radialrichtung aufweitet und gegenüber dem mittleren Segment (2023) abgewinkelt angeordnet ist.
 7. Regenerativ-Wärmetauscher gemäß einem der vorhergehenden Ansprüche, wobei die Radialdichtung (20) wenigstens zwei Dichtungsarme (202) umfasst, die jeweils im Wesentlichen von der Wärmespeicherkörperlängsachse radial nach außen zum Wärmespeicherkörperrand (13) verlaufen, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtungsarme (202) gleichförmig ausgebildet sind.
 8. Radialdichtung zur Verwendung für einen Regenerativ-Wärmetauscher, der zum Wärmetausch von gasförmigen Medien vorgesehen ist, wobei die Radialdichtung (20) mindestens zwei Dichtungsarme (202) umfasst, **dadurch gekennzeichnet, dass** wenigstens ein Dichtungsarm (202) asymmetrisch ausgebildet ist.
 9. Radialdichtung gemäß Anspruch 8, **dadurch gekennzeichnet, dass** der wenigstens eine Dichtungsarm (202) drei sich aneinander anschließende und in Dichtungsarmaxialrichtung hintereinander angeordnete Dichtungsarmsegmente (2022, 2023, 2024) aufweist, wobei ein äußeres Segment (2022) konusförmig ausgebildet ist und sich in Axialrichtung nach innen hin aufweitet, ein mittleres Segment (2023) sich in Axialrichtung verjüngt und ein weiteres äußeres Segment (2024) sich nach außen hin in Axialrichtung aufweitet und gegenüber dem mittleren Segment (2023) abgewinkelt angeordnet ist.
 10. Radialdichtung gemäß Anspruch 8 oder 9, **dadurch gekennzeichnet, dass** die Dichtungsarme (202) gleichförmig ausgebildet sind.
 11. Verfahren zum Trennen von gasförmigen Medien in einem Regenerativ-Wärmetauscher, der einen im Wesentlichen zylindrischen Wärmespeicherkörper (10) umfasst, der eine Vielzahl von im Wesentlichen radial verlaufenden Sektorwänden (12) aufweist, wobei jeweils zwei benachbarte Sektorwände (12) einen Sektor (15) begrenzen, und wobei in jedem

Sektor (15) mindestens zwei in Radialrichtung hintereinander angeordnete, von den gasförmigen Medien durchströmbare Wärmespeicherkammern (19) vorgesehen sind, die im Bereich der Stirnflächen des Wärmespeicherkörpers (10) Öffnungen zum Ein- und Ausströmen der gasförmigen Medien aufweisen, wobei zur Trennung der Ströme der gasförmigen Medien an den Stirnflächen die Öffnungen der Wärmespeicherkammern (19) im Betrieb wechselseitig vollständig abgedeckt werden, 5 10

dadurch gekennzeichnet,

dass von den hintereinander angeordneten Wärmespeicherkammern (19) eines Sektors (15) die Öffnung mindestens einer Wärmespeicherkammer (19) in jedem Betriebszustand höchstens teilweise abgedeckt wird. 15

12. Verfahren gemäß Anspruch 11,

dadurch gekennzeichnet,

dass von den hintereinander angeordneten Wärmespeicherkammern (19) eines Sektors (15) in jedem Betriebszustand die Öffnung höchstens einer Wärmespeicherkammer (19) vollständig abgedeckt wird. 20 25

30

35

40

45

50

55

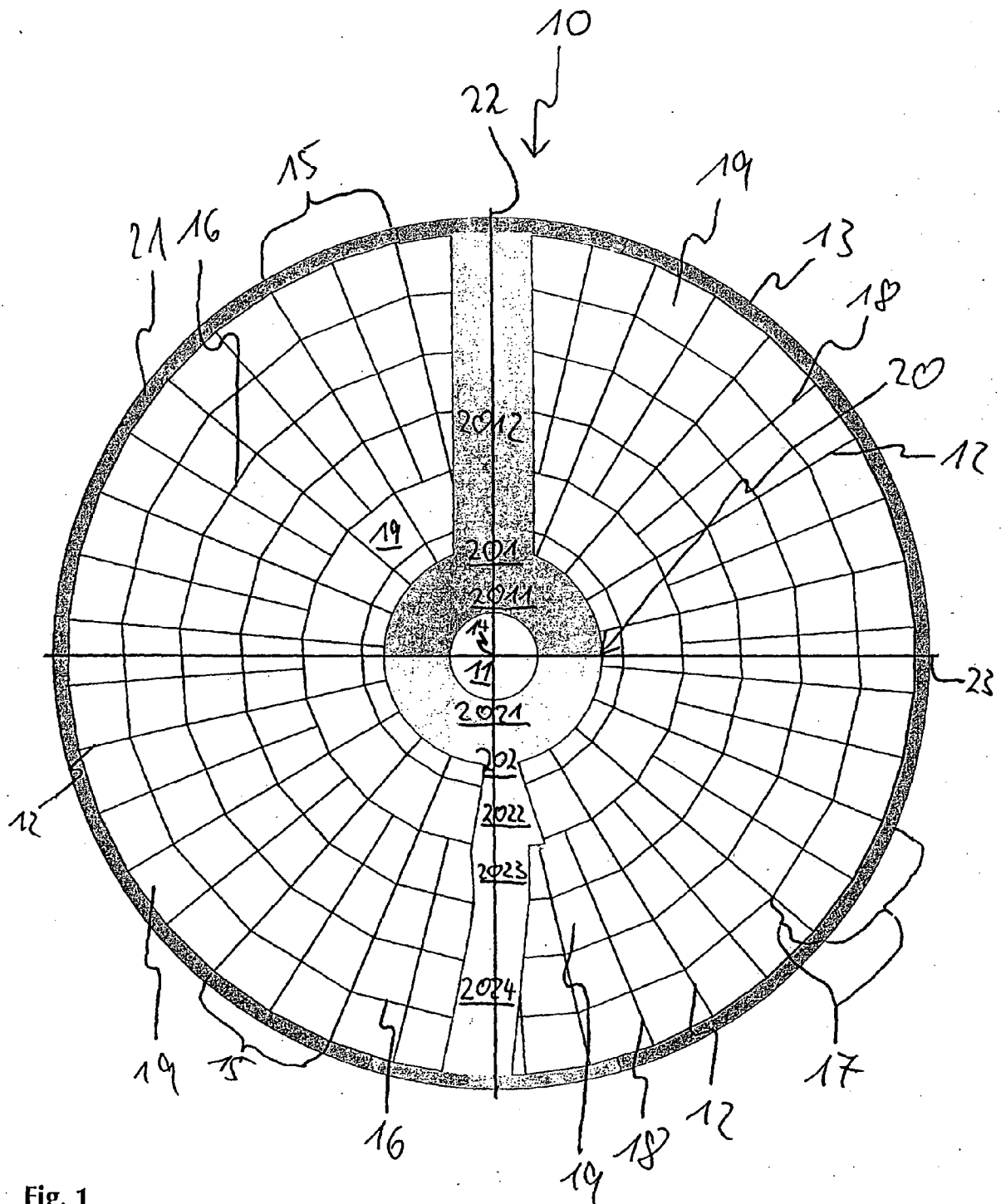


Fig. 1

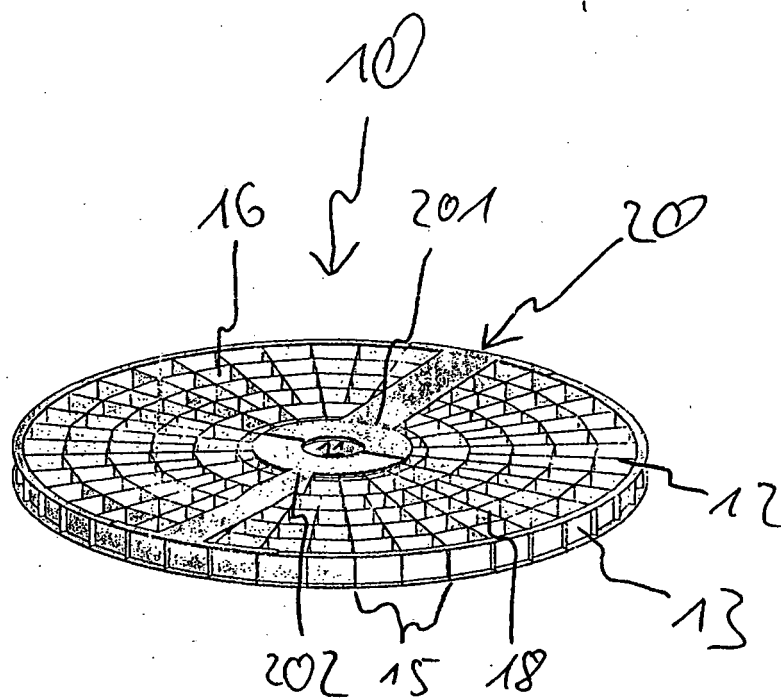


Fig. 2

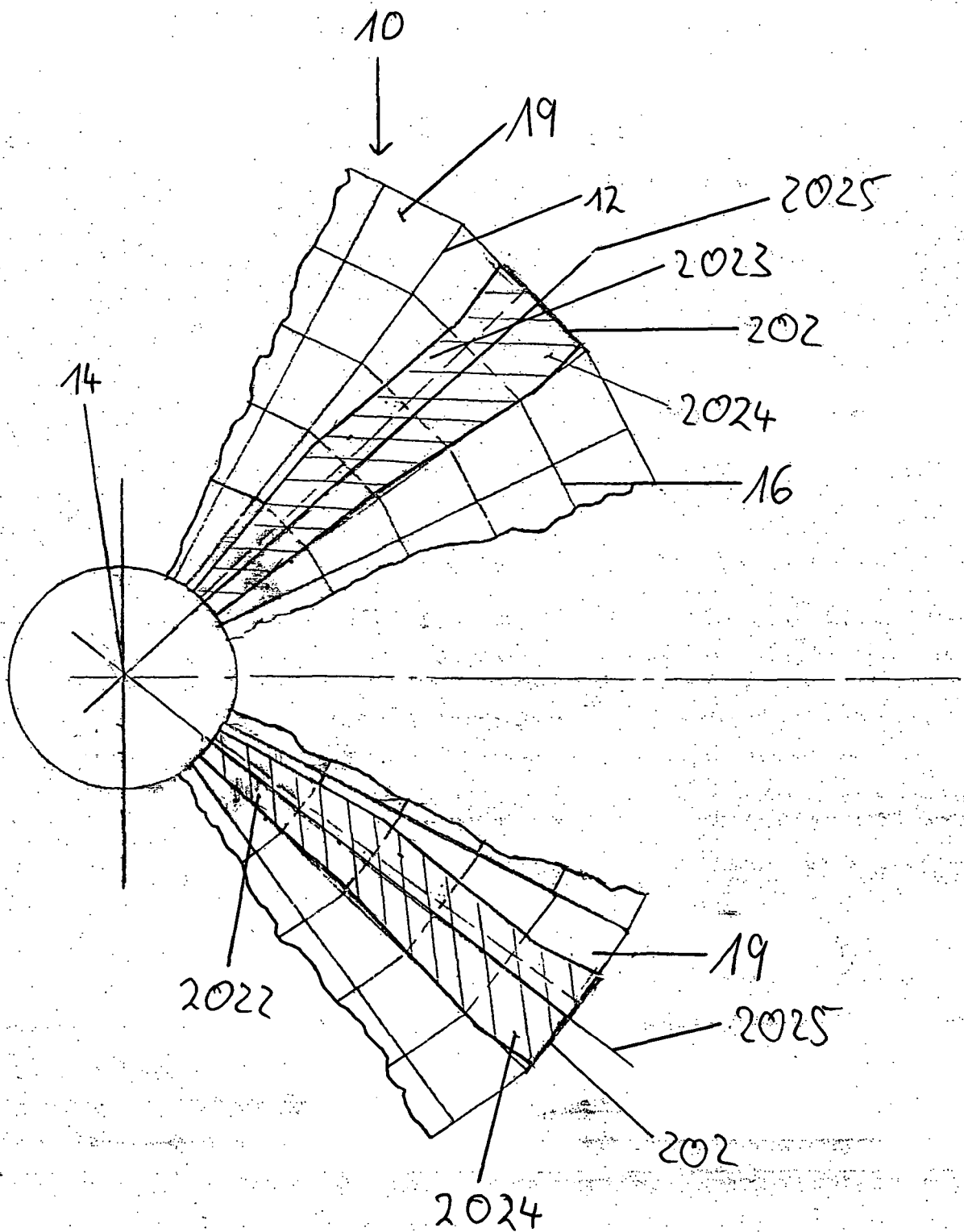


Fig. 3



Europäisches
Patentamt

EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

Nummer der Anmeldung
EP 07 01 4528

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	FR 2 552 217 A (AIR PREHEATER [US]) 22. März 1985 (1985-03-22) abstract * Abbildung 2 *	1,2,11, 12	INV. F28D19/04
X	DE 11 13 534 B (KRAFTANLAGEN AG) 7. September 1961 (1961-09-07) column 4, lines 15-24 * Abbildung 2 *	1,11	
X	GB 676 129 A (LJUNGSTROMS ANGTURBIN AB) 23. Juli 1952 (1952-07-23) * Abbildung 2 *	1,3,4,8, 11	
X	US 3 968 569 A (FARIS GORDON J) 13. Juli 1976 (1976-07-13) * Abbildungen 2,3 *	1,5,11	
X	WO 93/19339 A (WES TECHNOLOGY INC [US]) 30. September 1993 (1993-09-30) * Abbildungen 6,7 *	1,11	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F28D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort München		Abschlußdatum der Recherche 24. Januar 2008	Prüfer Martínez Rico, Celia
KATEGORIE DER GENANNTEN DOKUMENTE X : von besonderer Bedeutung allein betrachtet Y : von besonderer Bedeutung in Verbindung mit einer anderen Veröffentlichung derselben Kategorie A : technologischer Hintergrund O : mündliche Offenbarung P : Zwischenliteratur		T : der Erfindung zugrunde liegende Theorien oder Grundsätze E : älteres Patentdokument, das jedoch erst am oder nach dem Anmeldedatum veröffentlicht worden ist D : in der Anmeldung angeführtes Dokument L : aus anderen Gründen angeführtes Dokument & : Mitglied der gleichen Patentfamilie, übereinstimmendes Dokument	

1
EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

**ANHANG ZUM EUROPÄISCHEN RECHERCHENBERICHT
ÜBER DIE EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG NR.**

EP 07 01 4528

In diesem Anhang sind die Mitglieder der Patentfamilien der im obengenannten europäischen Recherchenbericht angeführten Patentdokumente angegeben.
Die Angaben über die Familienmitglieder entsprechen dem Stand der Datei des Europäischen Patentamts am
Diese Angaben dienen nur zur Unterrichtung und erfolgen ohne Gewähr.

24-01-2008

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument		Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie		Datum der Veröffentlichung
FR 2552217	A	22-03-1985	JP	60066092 A	16-04-1985
DE 1113534	B	07-09-1961	KEINE		
GB 676129	A	23-07-1952	KEINE		
US 3968569	A	13-07-1976	AU	6060073 A	27-03-1975
			CA	983474 A1	10-02-1976
WO 9319339	A	30-09-1993	GB	2280017 A	18-01-1995

EPO FORM P0461

Für nähere Einzelheiten zu diesem Anhang : siehe Amtsblatt des Europäischen Patentamts, Nr.12/82

IN DER BESCHREIBUNG AUFGEFÜHRTE DOKUMENTE

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde ausschließlich zur Information des Lesers aufgenommen und ist nicht Bestandteil des europäischen Patentdokumentes. Sie wurde mit größter Sorgfalt zusammengestellt; das EPA übernimmt jedoch keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

In der Beschreibung aufgeführte Patentdokumente

- DE 4420131 C2 [0014]