



(11) **EP 2 541 178 A1**

(12) **EUROPÄISCHE PATENTANMELDUNG**

(43) Veröffentlichungstag:
02.01.2013 Patentblatt 2013/01

(51) Int Cl.:
F27B 17/02 ^(2006.01) **F27D 1/06** ^(2006.01)
F27D 1/14 ^(2006.01)

(21) Anmeldenummer: **12004688.3**

(22) Anmeldetag: **22.06.2012**

(84) Benannte Vertragsstaaten:
**AL AT BE BG CH CY CZ DE DK EE ES FI FR GB
GR HR HU IE IS IT LI LT LU LV MC MK MT NL NO
PL PT RO RS SE SI SK SM TR**
Benannte Erstreckungsstaaten:
BA ME

(71) Anmelder: **Forschungszentrum Jülich GmbH
52425 Jülich (DE)**

(72) Erfinder: **Mönch, Josef
52072 Aachen (DE)**

(30) Priorität: **01.07.2011 DE 102011107847**

(54) **Modulares Ofensystem**

(57) Die Erfindung betrifft ein Ofensystem, welches auf Grund seiner modularen Bauweise flexibel leicht und schnell an jeweilige Untersuchungsparameter angepasst werden kann. Das Ofensystem weist dazu ein rahmenartiges Heizraummodul, wenigstens ein Heizmodul sowie eine Mehrzahl an seitlichen Modulen auf, die jeweils reversibel lösbar mit dem Heizraummodul verbunden sind, und zusammen einen gasdichten Heizraumraum umschließen.

Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht zudem neben wassergekühlten seitlichen Modulen auch ein wassergekühltes Heizraummodul vor.

Durch eine einfache geometrische Form des Heizraummoduls, z. B. würfelförmig oder quaderförmig, kön-

nen die Seitenteile mit unterschiedlichen Funktionen einfach ausgetauscht werden. So können beispielsweise seitliche Module mit Gasanschlüssen, mit Sichtfenstern, mit Kabeldurchleitungen oder sonstigen Durchbrüchen zur Verfügung gestellt werden, die je nach Aufgabenstellung beim Zusammenbau des Ofens berücksichtigt werden. Unterschiedliche Heizelemente können so an unterschiedlichen Positionen des Ofens, z. B. oben, unten und/oder senkrecht an einer Seite platziert werden. Für spezielle Anforderungen können auch mehr als ein Heizmodul, verschiedenartige Heizmodule und/oder auch optional Kühlmodule zusätzlich mit eingebaut werden.

EP 2 541 178 A1

Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft ein Ofensystem, welches modular aufgebaut ist, und insbesondere als Ofensystem zur Durchführung von Werkstoffprüfungen und Materialuntersuchungen geeignet ist.

Stand der Technik

[0002] Für technische und Laboranwendungen, das bedeutet insbesondere sowohl für die Produktion als auch für die Forschung, sind vielfältige Ofenkonzepte auf dem Markt. So haben sich einige Ofenhersteller darauf spezialisiert, entsprechend den Anforderungen der Kunden, Anlagen unterschiedlicher Konstruktionsprinzipien bereit zu stellen.

[0003] Für einige Ofensysteme werden bereits verschiedene Heizeinsätze zur Verfügung gestellt, aus denen der Anwender je nach Anforderung (Temperatur, Schutzgasart) beim Kauf auswählen kann. Bekannt sind dazu beispielsweise Molybdän-Einsätze, Wolfram-Einsätze, Graphit-Einsätze oder auch Oxi-Einsätze.

[0004] Ferner stellen einige Ofenherstellen auch neben dem reinen Ofensystem verschiedene Steuerungsmodule oder Prozessvisualisierungen zur Verfügung, die vorteilhaft baukastenartig vom jeweiligen Anwender zusammengestellt werden können.

[0005] Ofenaufbauten für Produktions- oder Laboranwendungen werden in der Regel jeweils für eine spezielle Anwendung konzipiert und konstruiert. Ändern sich die Produktionsparameter oder die Messaufgaben und damit der Aufbau oder die Umgebungsbedingungen, wird entweder eine komplett neue Ofenanlage benötigt oder aber es sind zeit- und kostenaufwändige Umbauten notwendig.

Aufgabe und Lösung

[0006] Aufgabe der Erfindung ist es, ein Ofensystem zu schaffen, welches sich beim Anwender leicht und kostengünstig an verschiedene Aufgabenstellungen anpassen lässt. Dazu sollte das Ofensystem flexibel an unterschiedliche Rahmenbedingungen anpassbar und zeitnah vom Anwender selbst umzubauen sein.

[0007] Die Aufgabe der Erfindung wird gelöst durch ein Ofensystem mit den Merkmalen des Hauptanspruchs. Vorteilhafte Ausgestaltungen des Ofensystems sind den darauf rückbezogenen Ansprüchen zu entnehmen.

Gegenstand der Erfindung

[0008] Im Rahmen der Erfindung wurde herausgefunden, dass mit einem weitgehend modular aufgebauten Ofensystem eine wesentlich höhere Flexibilität in der Anwendung erreicht werden kann, da bei geänderter Anforderung häufig nur einige Teile des Ofens ausgetauscht werden müssen. Dies führt bei unterschiedlichen Anwendungen zudem zu einer erheblichen Einsparung an Kosten.

[0009] Unter den Ofensystemen, die im Rahmen dieser Erfindung mit umfasst sein sollen, sind im Allgemeinen Öfen zu Versuchszwecken, die für Temperaturen von Raumtemperatur bis 1000°C ausgelegt sind. Die Öfen können mit unterschiedlichen Schutzgasen beaufschlagt werden. Zu solchermaßen geeigneten Öfen gehören beispielsweise Vakuumwandöfen, Sinteröfen, Prüfstände mit Lampenöfen, Vakuum- und Schutzgasöfen oder auch Standard-Glühöfen. Solche Öfen können für unterschiedliche Anwendungen wie beispielsweise für Trocknung, Entkohlung, kontinuierliche Einbrennung und Sinterung eingesetzt werden. Ferner können Sie als Prüfstände zur Untersuchung temperaturabhängiger Größen, wie beispielsweise Festigkeit, Kriechverhalten, Elastizitätsmodul, chemische und thermische Dehnung und Krümmungsverhalten dienen.

[0010] Das erfindungsgemäße modulare Ofensystem stellt wenigstens ein Heizraummodul, sowie eine Mehrzahl von seitlichen Modulen zur Verfügung. Zu den seitlichen Modulen zählen insbesondere ein oberes und unteres Funktionsmodul, zwei Seitenmodule sowie ein Front und ein Rückseitenmodul, welche für einen Abschluss der Heizraummoduls vorgesehen sind. Zudem gibt es spezielle Heiz- und/oder Kühlmodule, die in der Regel jeweils zwischen dem Heizraummodul und einem seitlichen oder einem Funktionsmodul angeordnet werden können.

[0011] Das erfindungsgemäße modulare Ofensystem umfasst wenigstens ein Heizraummodul, ein Heiz- und/oder Kühlmodul sowie wenigstens vier seitliche Module. Damit wäre beispielsweise ein tetraedrischer Heizraum zu verwirklichen. Vorteilhaft sind jedoch wenigstens sechs seitliche Module die zusammen mit dem Heizraummodul beispielsweise einen quaderförmigen Heizraum ergeben könnten.

[0012] Weitere Heiz- und/oder Kühlmodule sowie weitere seitliche Module stellen im Rahmen der Erfindung vorteilhafte Ausgestaltungen dar.

[0013] Das Heizraummodul wird im Wesentlichen durch eine Rahmenkonstruktion gebildet, an die alle weiteren seitlichen Module, d. h. die Funktionsmodule oder die seitlichen Module und auch das oder die Heiz- und/oder Kühlmodule reversibel lösbar befestigt werden können, und die das Heizraummodul wandartig begrenzen. Die baulichen Abmaße der seitlichen Module und der Heiz- und/oder Kühlmodule sind in der Regel dabei an das Heizraummodul angepasst,

d. h. entsprechen in ihren äußeren Abmaßen den entsprechenden Seitenflächen des Heizraummoduls. Beispielsweise kann es sich um dreieckige Seitenmodule bei einem tetraedrischen Aufbau oder um quadratische oder rechteckige Seitenmodule bei einem quaderförmigen Aufbau handeln. Die Heiz- und/oder Kühlmodule sind zur Anordnung zwischen dem Heizraummodul und einem seitlichen Modul oder einem Funktionsmodul vorgesehen.

[0014] Die Unterscheidung eines seitlichen Moduls als Front-, Funktions-, Seiten- oder Rückseitenmodule ist im Rahmen der Erfindung nur durch die Funktion der Module und den Aufbau des gesamten Ofens im Einsatz gegeben. Bei einem quaderförmigen Heizraummodul werden beispielsweise zwei quadratische und vier rechteckige seitliche Module zur Begrenzung des Ofenraums benötigt, allerdings entscheidet die Ausrichtung des Ofens darüber, ob die beiden quadratischen Module als oberes und unteres (Funktions-)Modul oder als Seitenmodule betrachtet werden.

[0015] Bei einem würfelförmigen Heizraummodul würden beispielsweise sechs quadratische Seitenmodule benötigt, die in ihren äußeren Abmaßen alle identisch wären, und prinzipiell jeweils sowohl Funktions-, Front- Rückseiten- oder Seitenmodul sein könnten.

[0016] Als Material für das Heizraummodul und die seitlichen Module sowie auch die Heiz-und/oder Kühlmodule kommen alle bislang üblichen Materialien in Frage, die chemisch und korrosionsbeständig sind. Sofern keine externe Kühlung vorgesehen ist, sollten die Materialien auch bei den beabsichtigten Betriebstemperaturen stabil sein.

[0017] Eine besonders vorteilhafte Ausgestaltung des Ofensystems sieht vor, dass sowohl das Heizraummodul als auch alle seitlichen Module mit Wasser gekühlt werden. In diesem Fall werden keine besonderen Anforderungen in Bezug auf Temperaturbeständigkeit des Materials gestellt.

[0018] Als geeignete Werkstoffe für das Heizraummodul und die seitlichen Module sowie auch die Heiz- und/oder Kühlmodule kommen alle Chrom-Nickel-Legierungen wie z. B. X6CrNiMoTi17-12-2 (Werkstoffnummer 1.4571) in Frage. Ofenfenster zur optischen Vermessung oder Beobachtung werden in der Regel aus Quarzglas hergestellt. Als Werkstoff für Probenische oder Vorrichtungen im Innern des Probenraums kommen Oxidkeramiken wie z. B. Al_2O_3 oder ZrO_2 zum Einsatz.

i) Heizraummodul

[0019] Eine vorteilhafte und geeignete Ausführungsform des Heizraummoduls ist beispielsweise eine würfelförmige oder quaderförmige Schweißkonstruktion aus Metall mit ebenen Seitenflächen, beispielsweise aus massiven Edelstahl-Vierkantstäben, an die die seitlichen Module angebracht werden können.

[0020] Als Vierkantstäbe sind neben massiven Stäben prinzipiell auch Hohlprofile geeignet, da sie Gewichtersparnis bringen und die Hohlräume vorteilhaft gleichzeitig als Kühlwasserkanäle dienen können. Herkömmliche Standard-Vierkantprofile sind jedoch wegen der dünnen Wandungen und des damit verbundenen Verzugs in der Regel nicht geeignet.

[0021] Das rahmenartige Heizraummodul weist regelmäßig Mittel zur Verbindungsbildung mit den übrigen seitlichen Modulen, bzw. mit einem Heiz- und/oder Kühlmodul auf. Eine vorteilhafte Ausgestaltung sieht beispielsweise allseitig Gewindebohrungen vor, die eine passgenaue Verbindungsbildung mit entsprechenden Front-, Rück- und Seitenteilen sowie mit anderen Modulen insbesondere auch den Heiz- und/oder Kühlmodulen über Schrauben ermöglichen. Bei den Heiz- und/oder Kühlmodulen, die für eine Anordnung zwischen dem Probenmodul und einem seitlichen Modul vorgesehen sind, sind in der Regel auf beiden Seiten jeweils Mittel zur Verbindungsbildung angeordnet. Ferner können Vorrichtungen zur Abdichtungen beider Seite vorgesehen sein, beispielsweise umlaufende Nuten für einen O-Ring.

[0022] Eine vorteilhafte Ausgestaltung eines Heiz- und/oder Kühlmoduls kann aber auch alternativ lediglich entsprechende Durchbrüche oder Gewindebohrungen als Mittel zur Verbindungsbildung vorsehen, so dass beispielsweise mit Hilfe langer Schraube alle drei Elemente gleichzeitig verbunden werden können.

[0023] Denkbar sind als Mittel zur Verbindungsbildung auch Klemmen oder Scharniere oder weitere für den Fachmann gebräuchliche Mittel.

[0024] Vorteilhaft ist die Ausgestaltung eines Ofensystems, bei dem wenigstens eins der seitlichen Module, vorzugsweise das Frontmodul, als schwenkbare Tür ausgestaltet ist, so dass der Zugang zum Heizraum, z. B. zum Probenwechsel, auf einfache Weise ermöglicht wird, ohne dass ein seitliches Modul komplett abgenommen werden muss.

ii) Heizmodul und/oder Kühlmodul

[0025] Der erfindungsgemäße modular aufgebaute Ofen weist wenigstens ein zusätzliches Heiz-und/oder Kühlmodul auf, welches jeweils an einer Seite des Heizraummoduls angeordnet werden kann. Ein solches Modul bewirkt vorteilhaft, dass entsprechende Heizelemente sowohl waagerecht unterhalb oder oberhalb des Heizraumes, bzw. senkrecht zum Heizraum angebracht werden können, was die Möglichkeiten für unterschiedliche Versuchsaufbauten und Anwendungen enorm erweitert. Die einzelnen Heizelemente der entsprechenden Module können gegebenenfalls auch in den Heizraum hineinragen. Der Einbau von mehreren Heiz und/oder Kühlmodulen an gegenüberliegenden Seiten des Heizraummoduls wird zur Vermeidung eines Temperaturgradienten und zum Erreichen einer homogenen Temperaturverteilung empfohlen.

[0026] Ein Heizmodul enthält beispielsweise geeignete Heizelemente und/oder Strahlbleche, die für jeweils vorgegebene Umgebungsbedingungen geeignet sind. Denkbar wäre auch ein Lampen-Heizmodul. Wegen der Einsatzmöglichkeit unter Vakuum sollte auf eine keramische Dämmung verzichtet werden.

[0027] Bei einem Wechsel der Umgebungsbedingungen, z. B. von Messungen an Luft zu Messungen unter Vakuum, kann der Ofen so leicht durch einen Wechsel des Heizmoduls angepasst werden. Der Heizraum mit den übrigen seitlichen Modulen bleibt davon unberührt.

iii) Seitliche Module

[0028] Die seitlichen Module bilden den räumlichen Abschluss des Probenraums und werden daher entweder direkt mit dem Heizraummodul verbunden, oder mit einem daran angeordneten Heiz- und/oder Kühlmodul.

[0029] Die erfindungsgemäßen seitlichen Module können vorteilhaft an die jeweiligen Bedürfnisse der Messaufgabe angepasst werden. Im einfachsten Fall ist ein seitliches Modul als eine einfache abschließende Platte, optional auch als Plattentür ausgeführt. Seitliche Module können aber auch beispielsweise mit Heiz- und/oder Kühlelementen, Fenstern, Vakuumflanschen, Kabel-, Extensometer oder Thermoelementdurchführungen oder ähnlichen Einrichtungen versehen werden und je nach Anforderung an entsprechender Stelle mit dem Heizraummodul verbunden werden.

[0030] Für eine optische Untersuchung des Probenraums bieten sich beispielsweise vorteilhaft Front- und/oder Rückseitenmodule mit Fenstern, für hohe Temperaturen insbesondere mit Quarzfenstern an, wobei die Frontseite alternativ gleichzeitig als Tür zur Probenbeschickung ausgelegt werden kann.

[0031] Um eine übermäßige Wärmeabstrahlung auf das optische Messsystem zu verhindern, können die Fenster in einer speziellen Ausgestaltung der Erfindung vorteilhaft während einer Messpause abgedeckt werden.

[0032] Ferner können die seitlichen Module auch Flansche zum Anschluss einer Vakuumpumpe bzw. einer Spülgasversorgung aufweisen.

[0033] Weitere funktionelle Anordnungen in den seitlichen Modulen können beispielsweise Thermoelementdurchführung oder andere Kabeldurchführungen für weitere Sensoren sein.

[0034] Flansche in unterschiedlichen Ausführungen können vorteilhaft auch rein vorsorglich zusätzlich zu weiteren funktionalen Ausgestaltungen der seitlichen Module vorgesehen sein.

[0035] Das obere und das untere seitliche Modul (Funktionsmodul) stellen in der Regel die Schnittstelle zu den benachbart angeordneten Mess- oder Belastungsvorrichtungen des Prüfstands dar. Sie können z. B. Bohrungen als Durchführung für ein Druckgestänge oder als Montageplatte für ein laseroptisches Messsystem dienen.

[0036] Die Funktionsplatten sind wie die übrigen seitlichen Module gegen das Heizmodul oder den Probenraum abgedichtet.

d) optionales Kühlmodul

[0037] Eine vorteilhafte Ausgestaltung des erfindungsgemäßen modular aufgebauten Ofens sieht zusätzlich auch wenigstens ein Kühlmodul vor. Das Kühlmodul wird ähnlich wie das Heizmodul jeweils an einer Seite des Heizraummoduls angeordnet. Auch hier sind somit Anordnungen unterhalb oder oberhalb des Probenraumes, bzw. senkrecht zum Probenraum möglich. Ebenso wie bei den Heizmodulen können auch mehrere Kühlmodule an unterschiedlichen Seiten des Heizraummoduls angeordnet sein, beispielsweise oben und unten.

[0038] Ein Kühlmodul kann nicht nur den Heizraumraum kühlen, sondern auch zusätzlich und optional den Wärmefluss zu dem benachbarten Modul minimieren. Ein Kühlmodul wird in der Regel wie ein Heizmodul zwischen dem Heizraummodul und einem seitlichem Modul angeordnet.

[0039] Alle Module weisen Mittel zur Verbindungsbildung auf, mit deren Hilfe eine feste, aber reversibel lösbare Verbindung von Heizraummodul und seitlichem Modul, Heizraummodul und Heizmodul bzw. Kühlmodul, sowie zwischen einem seitlichem Modul und einem Heizmodul bzw. Kühlmodul bereit gestellt werden kann. Als Mittel für eine solche Verbindungsbildung kommen alle Mittel in Frage, die ein Fachmann für diesen Zweck (mechanisch fest, aber schnell und reversibel lösbar) als geeignet ansieht. Dies können beispielsweise Gewindebohrungen und Schrauben, oder Durchbrüche und Gewindebohrungen und Schrauben oder Klemmen oder Scharniere oder auch Kombinationen dieser Mittel sein.

[0040] Zum Erreichen eines gasdichten Ofeninnenraums (Heizraum) müssen alle Ofenmodule gegeneinander abgedichtet werden. Zweckmäßig ist es, wenn das Heizraummodul, das als einziges Modul in der Regel nicht ausgetauscht wird, auf jeder Seite eine umlaufende Nut zur Aufnahme eines O-Rings erhält. Dadurch kann beim Austausch eines Seitenmoduls auf das aufwändige Anbringen einer Nut verzichtet werden. Eine plane Fläche reicht dann zum Erreichen der erforderlichen Gasdichtigkeit völlig aus. Lediglich im Fall, dass zwei Seitenmodule übereinander an eine Seitenfläche des Heizraummoduls angeordnet werden müssen, oder ein Heiz- oder Kühlmodul mit einem weiteren Funktionsmodul angeordnet werden müssen, ist das Anbringen einer zweiten Dichtungsnut, beispielsweise an dem Heiz- oder Kühlmodul, empfehlenswert.

[0041] Im Rahmen dieser Erfindung ist unter Gasdichtigkeit des Heizraumes zu verstehen, dass mittels einer Vorvakuumpumpe ein leichter Unterdruck erzeugt werden kann. Dabei können leicht Unterdrücke im Bereich von ca. $5 \cdot 10^{-2}$ mbar realisiert werden. Für die meisten technischen Anwendungen (Prüfverfahren) sind diese Unterdrücke regelmäßig mehr als ausreichend. Hier werden häufig nur Unterdrücke von 20 mbar gefordert.

[0042] Das Anlegen eines leichten Unterdrucks im Heizraum kann beispielsweise auch dann vorteilhaft angelegt werden, wenn Spülvorgänge mit Inertgas und/oder Luft schnell realisiert werden sollen, so dass ein schneller Wechsel von reduzierender und oxidierender Atmosphäre eingestellt werden kann.

[0043] Bei optischen Untersuchungen soll die Gasdichtigkeit des aufgeheizten Heizraums insbesondere das Eindringen von kalter Umgebungsluft verhindern, welches regelmäßig zu Schlieren durch Luftturbulenzen führt. Dadurch könnte die Qualität der optischen Messungen, bzw. der erstellten Bilder nachteilig beeinflusst werden.

[0044] Für den Zweck des modularen Aufbaus eines solchen Ofens ist es weiterhin von besonderem Vorteil, wenn die zum Austausch vorgesehenen seitlichen Module je nach Seitenfläche des Heizraummoduls ähnliche oder fast identische äußere Abmessungen aufweisen, die Mittel zur Verbindungsbildung für alle Module annähernd gleich gewählt werden, und die Anordnung der Dichtungsmittel ebenfalls identisch vorgesehen ist. Damit wären dann besonders gute Voraussetzungen gegeben, um das modular aufgebaute Ofensystem bestmöglich zu nutzen. Alle seitlichen Module wären untereinander austauschbar und eine Kombination aus vorhandenen Modulen wäre möglich. Es gäbe einheitliche oder nur wenig verschiedene Dichtungsmittel und Verbindungsmittel.

[0045] In einer weiteren Ausgestaltung des modular aufgebauten Ofens wäre es auch denkbar, zur Vergrößerung des Heizraumes zwei oder mehr Heizraummodule zusammenzubauen, an die jeweils entsprechende Heiz- oder auch Kühlmodule sowie entsprechende seitliche Module befestigt werden. Eine evtl. notwendige Veränderung des zur Verfügung stehenden Ofenraums kann auch durch das bloße Drehen des Heizraummoduls um 90° erreicht werden.

[0046] Zusammenfassend lässt sich sagen, dass die Erfindung ein Ofensystem bereit stellt, welches auf Grund seiner modularen Bauweise flexibel leicht und schnell an jeweilige Untersuchungsparameter angepasst werden kann. Das Ofensystem weist dazu ein rahmenartiges Heizraummodul, wenigstens ein Heizmodul sowie wenigstens vier, vorteilhaft aber sechs seitliche Module auf, die jeweils reversibel lösbar mit dem Heizraummodul verbunden sind, und zusammengebaut den Heizraum gasdicht umschließen können. Durch eine einfache geometrische Form des Heizraummoduls, z. B. würfelförmig oder quaderförmig, können die notwendigen Seitenteile in Form von seitlichen Modulen mit unterschiedlichen Funktionen einfach ausgetauscht werden. So können beispielsweise seitliche Module mit Gasanschlüssen, mit Sichtfenstern, mit Kabeldurchleitungen oder sonstigen Durchbrüchen zur Verfügung gestellt werden, die je nach Aufgabenstellung beim Zusammenbau des Ofens berücksichtigt werden. Unterschiedliche Heizelemente können so an unterschiedlichen Positionen des Ofens, z. B. oben, unten und/oder senkrecht an einer Seite platziert werden. Für spezielle Anforderungen können auch mehr als ein Heizmodul, oder auch verschiedenartige Heizmodule eingebaut werden. Gleiches gilt für Kühlmodule, die ähnlich wie die Heizmodule noch zusätzlich mit eingebaut werden können.

Spezieller Beschreibungsteil

[0047] Nachfolgend wird die Erfindung anhand eines Ausführungsbeispiels näher erläutert, ohne dass dadurch eine Einschränkung des Erfindungsgegenstandes präjudiziert werden soll.

[0048] Es wird ein Konzept für das erfindungsgemäße modulare Ofensystem an einem konkreten Anwendungsbeispiel vorgestellt. Der Figur 1 ist eine Explosionszeichnung eines Ausführungsbeispiels eines erfindungsgemäß aufgebauten modularen Ofensystems zu entnehmen, welches ein quaderförmiges Heizraummodul (1), zwei Heizmodule (2a, 2b) sowie sechs seitliche Module aufweist. Zu den seitlichen Modulen gehören hierbei eine obere und untere Funktionsplatte (3a, 3b), zwei Seitenmodule (4a, 4b) sowie ein Front- (5) bzw. ein Rückseitenmodul (6). Die Legendensymbole haben in den Figuren 2 und 3 dieselbe Bedeutung.

Ausführungsform des erfindungsgemäßen modularen Ofensystems

a) Heizraummodul:

[0049] Das Modul besteht im Wesentlichen aus einem Rahmen als Schweißkonstruktion aus Edelstahl-Vierkantstäben. Jede Seitenfläche ist mit einer umlaufenden Nut zur Aufnahme eines O-Rings versehen. In den Rahmen sind allseitig Gewindebohrungen zur Verbindung mit Front-, Rück- und Seitenteilen sowie mit anderen Modulen angebracht. Denkbar sind als Verbindungselemente für die seitlichen Teile auch Klemmen.

b) Front-, Seiten- und Rückseitenmodule

[0050] Im vorliegenden Fall wurden mit Wasser gekühlte Seiten- und Frontelemente, die den jeweiligen Bedürfnissen der Messaufgabe angepasst werden, als seitliche Module eingesetzt. Die Module können beispielsweise mit Fenstern,

Türen, Kabel- oder Thermoelementdurchführungen oder ähnlichen Einrichtungen versehen werden.

Für das Ausführungsbeispiel werden Front- und Rückseitenmodule mit Quarzglasfenster benötigt, wobei die Front- und Rückseite alternativ als Tür zur Probenbeschickung ausgelegt wurden. Die Seitenteile enthalten Kleinflansche zum Anschluss einer Vakuumpumpe bzw. Spülgasversorgung. Ferner wurden zusätzlich eine Thermoelementdurchführung und vorsorglich einige Flansche, die noch keine Funktion haben, angebracht.

c) Heizmodul

[0051] Das wassergekühlte Heizmodul enthält die für alle vorgesehenen Umgebungsbedingungen geeigneten Heizelemente und Strahlbleche. Die Heizelemente und Strahlbleche können alternativ auch senkrecht zur Montagefläche angeordnet werden und in den Probenraum hineinragen. Denkbar wäre vielleicht sogar ein Lampen-Heizmodul.

[0052] Für das konkrete Ausführungsbeispiel wurden das Heizelement und die Strahlbleche so konzipiert, dass sowohl ein Einsatz innerhalb des Rahmens einer Prüfmaschine als auch mit einer statischen Belastungseinrichtung möglich ist. Ebenso ist der Einsatz eines Laser-Triangulationsmessgerätes, mit dem die Probe abgescannt werden kann, realisierbar. Um eine gleichmäßige Beheizung des Probenraums zu gewährleisten ist im Ausführungsbeispiel jeweils ein Heizelement oberhalb und unterhalb des Probenraums angebracht.

d) Funktionsplatte

[0053] Nach oben und unten schließt jeweils eine Funktionsplatte als seitliches Modul den Ofen ab. Diese Platten stellen die Schnittstelle zu den Mess- oder Belastungsvorrichtungen eines Prüfstands dar. Sie können beispielsweise Bohrungen als Durchführung für ein Druckgestänge oder als Montageplatte für ein laseroptisches Messsystem dienen. Die Funktionsplatten werden mittels O-Ringen gegen das Heizmodul abgedichtet. Im vorliegenden konkreten Ausführungsbeispiel sind die Funktionsplatten als einfache abschließende Platten ausgeführt und haben keine zusätzliche Funktion.

Beispielhafte Anwendungen:

[0054] Figur 2 zeigt eine mögliche praktische Anwendung des erfindungsgemäßen Ofensystems wobei das Elastizitätsmodul und die Dämpfung als Funktion der Temperatur von keramischen und metallischen Werkstoffen nach dem Impuls-Anregungsverfahren ermittelt werden. A = Mikrophon mit keramischem Schalleiter, B = pneumatische oder elektromagnetische Vorrichtung zur Schwingungsanregung des Prüfobjektes, C = Prüfobjekt.

Zur Umstellung auf diese Anwendung ist lediglich der Austausch des oberen und unteren Funktionsmoduls (3a, 3b) erforderlich.

[0055] Eine weitere mögliche Messaufgabe ist beispielsweise die optische Messung der Längenausdehnung an keramischen Membranwerkstoffen für fossile Kraftwerke unter verschiedenen Umgebungsmedien.

Temperaturbereich: RT bis 1000 °C,

Umgebungsmedien: Luft, CO₂/Luft, O₂/Ar, evtl. Vakuum,

Untersuchungen: Schwellverhalten, chemische und thermische Ausdehnung als Funktion der Temperatur und des Umgebungsmediums,

Messmethoden: Verformungsmessung mittels optischen Messmethoden,

Abmaße: Ofenraum (Heizraum) innen B = 350 mm, T = 250 mm, H = 180 mm.

[0056] Figur 3 zeigt die dafür notwendige Anpassung des erfindungsgemäßen Ofensystems, wobei die thermische und chemische Dehnung als Funktion der Temperatur der Membranwerkstoffe zur Sauerstoffseparation in fossilen Kraftwerken durch berührungslose, optische Vermessung ermittelt werden. A = telezentrische Beleuchtung mit blauem Licht, B = CCD-Kamera mit vorgeschalteter Optik und Blaufilter, C = Prüfobjekt.

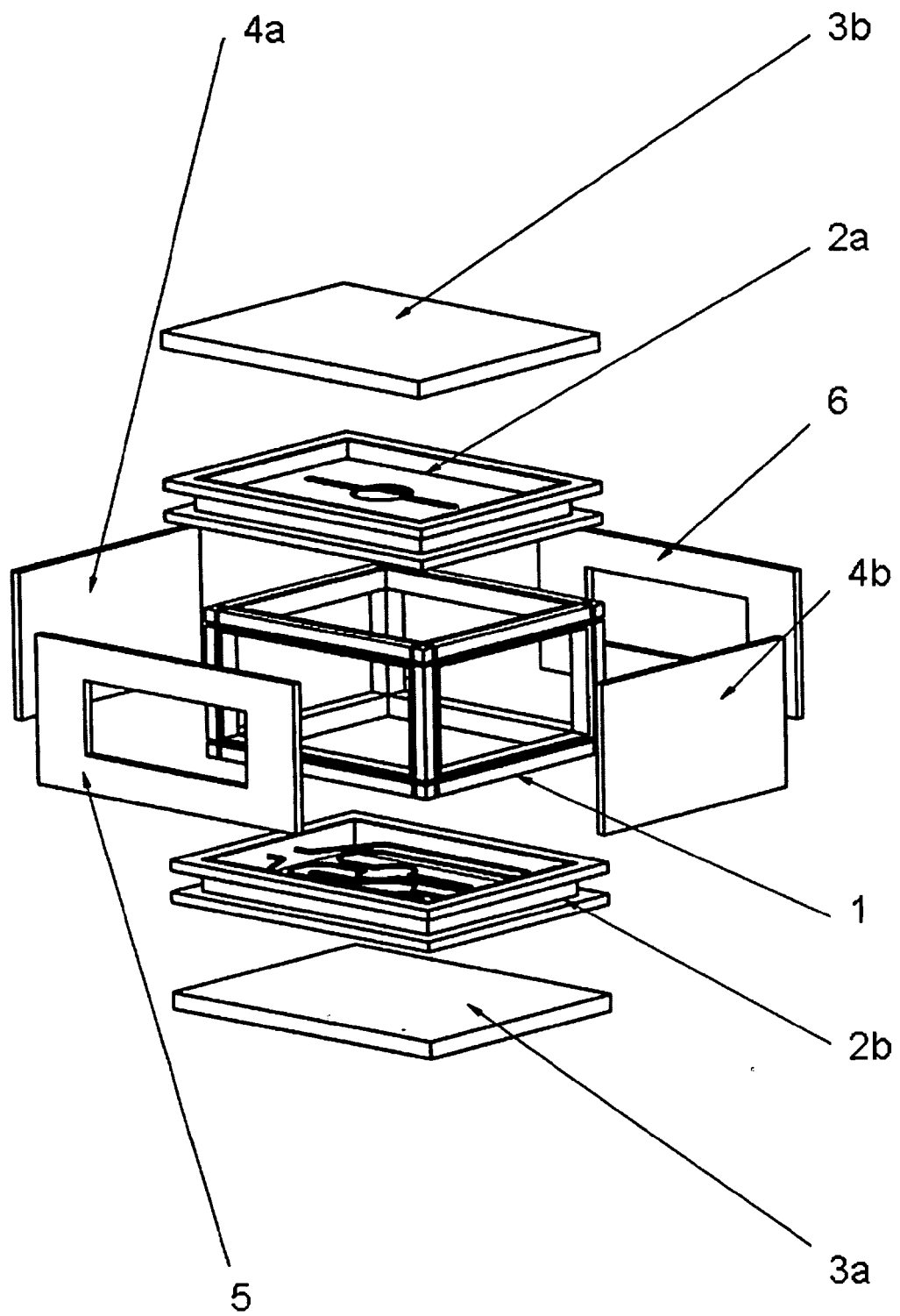
Patentansprüche

1. Ofensystem, **dadurch gekennzeichnet,**

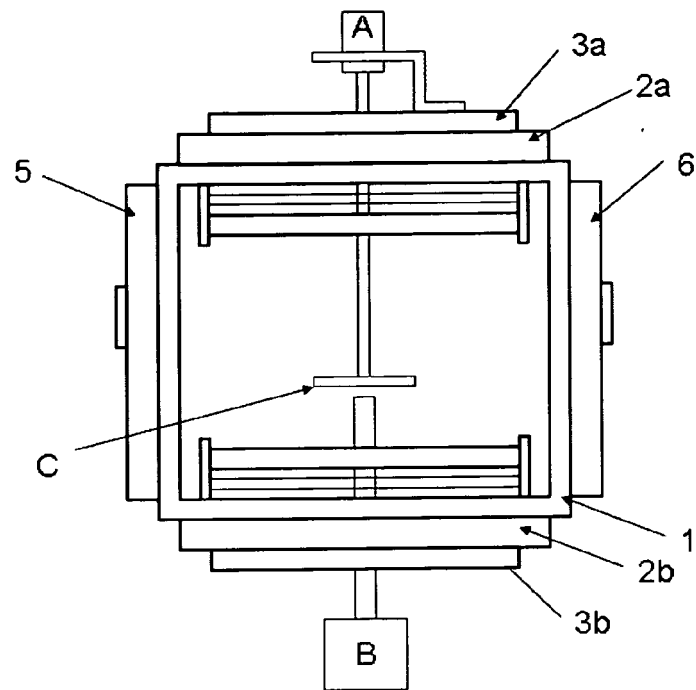
dass das Ofensystem wenigstens ein rahmenartiges Heizraummodul, wenigstens ein Heizmodul sowie wenigstens vier seitliche Module umfasst, die jeweils reversibel lösbar mit dem Heizraummodul verbunden sind, und zusammen einen gasdichten Heizraum umschließen.

EP 2 541 178 A1

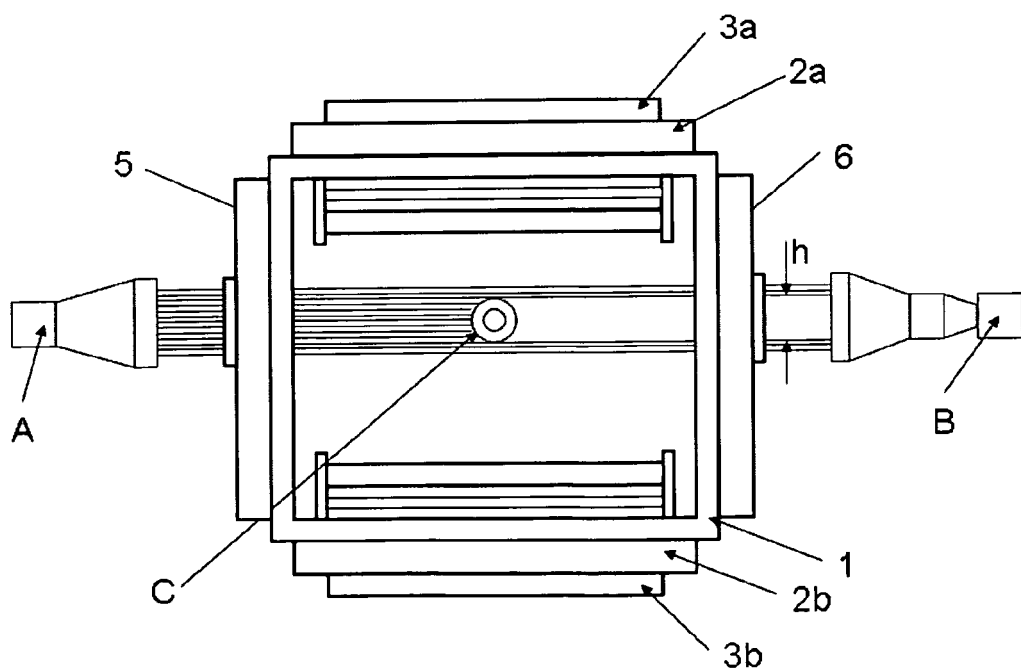
2. Ofensystem nach Anspruch 1, welches wenigstens sechs seitliche Module aufweist.
3. Ofensystem nach Anspruch 1 oder 2, bei dem das Heizmodul zwischen dem Heizraummodul und einem der seitlichen Module angeordnet ist.
4. Ofensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 3, bei dem das Heizraummodul einen Vierkantrahmen aufweist.
5. Ofensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 4, bei dem die seitlichen Module austauschbar sind.
6. Ofensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 5, bei dem wenigstens ein seitliches Modul als Tür oder ein Tür umfassend ausgestaltet ist.
7. Ofensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem wenigstens ein seitliches Modul wenigstens einen Flansch aufweist.
8. Ofensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem wenigstens ein seitliches Modul wenigstens eine Kabeldurchführung aufweist.
9. Ofensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 6, bei dem wenigstens ein seitliches Modul wenigstens einen Anschluss für eine Gasversorgung aufweist.
10. Ofensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 9, bei dem das Heizmodul ein elektrisch beheizbares Element aufweist.
11. Ofensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 10, bei dem zusätzlich wenigstens ein Kühlmodul zwischen dem Heizraummodul und einem der seitlichen Module angeordnet ist.
12. Ofensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 11, bei dem die reversibel lösbare Verbindung mittels Schrauben erfolgt.
13. Ofensystem nach einem der Ansprüche 1 bis 12, bei dem wenigstens zwischen zwei verbundenen Modulen eine Dichtung angeordnet ist.



Figur 1



Figur 2



Figur 3



EUROPÄISCHER RECHERCHENBERICHT

 Nummer der Anmeldung
EP 12 00 4688

EINSCHLÄGIGE DOKUMENTE			
Kategorie	Kennzeichnung des Dokuments mit Angabe, soweit erforderlich, der maßgeblichen Teile	Betrifft Anspruch	KLASSIFIKATION DER ANMELDUNG (IPC)
X	US 6 305 930 B1 (FEDAK TIBOR [US]) 23. Oktober 2001 (2001-10-23) * Spalte 3, Zeile 1 - Zeile 15 * * Abbildungen 1,2 * -----	1-13	INV. F27B17/02 F27D1/06 F27D1/14
X	WO 2009/100922 A1 (HTE AG [DE]; DEJMEK MICHAEL [DE]; MAZZONCINI LUCA [DE]; HAAS ANDREAS []) 20. August 2009 (2009-08-20) * Seite 6, Zeile 1 - Zeile 5 * * Abbildungen 1-3 * -----	1-13	
X	JP 55 157696 U (---) 12. November 1980 (1980-11-12) * Abbildung 1 * -----	1	
A		2-13	
			RECHERCHIERTE SACHGEBIETE (IPC)
			F27B F27D
Der vorliegende Recherchenbericht wurde für alle Patentansprüche erstellt			
Recherchenort Den Haag		Abschlußdatum der Recherche 17. Oktober 2012	Prüfer Gimeno-Fabra, Lluís
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	

2

EPO FORM 1503 03.82 (P04C03)

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

EP 12 00 4688

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.

17-10-2012

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
US 6305930 B1	23-10-2001	AU 7547801 A	24-12-2001
		US 6305930 B1	23-10-2001
		WO 0196801 A1	20-12-2001

WO 2009100922 A1	20-08-2009	CN 101952679 A	19-01-2011
		DE 102008009254 A1	27-08-2009
		EP 2252849 A1	24-11-2010
		US 2011113872 A1	19-05-2011
		WO 2009100922 A1	20-08-2009

JP 55157696 U	12-11-1980	JP 55157696 U	12-11-1980
		JP 57046556 Y2	13-10-1982

EPO FORM P0461

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