



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 10 2005 059 502 A1** 2007.06.14

(12)

Offenlegungsschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2005 059 502.2**

(22) Anmeldetag: **06.12.2005**

(43) Offenlegungstag: **14.06.2007**

(51) Int Cl.⁸: **F23R 3/42** (2006.01)

F02K 9/64 (2006.01)

F02K 9/97 (2006.01)

F02K 1/78 (2006.01)

F02C 7/18 (2006.01)

F01D 25/12 (2006.01)

F23M 5/00 (2006.01)

(71) Anmelder:

**Deutsches Zentrum für Luft- und Raumfahrt e.V.,
51147 Köln, DE**

(74) Vertreter:

**HOEGER, STELLRECHT & PARTNER
Patentanwälte, 70182 Stuttgart**

(72) Erfinder:

**Ortelt, Markus, 74078 Heilbronn, DE; Hald,
Hermann, Dr., 71287 Weissach, DE; Haidn, Oskar,
74243 Langenbrettach, DE; Greuel, Dirk, 74219
Möckmühl, DE**

(56) Für die Beurteilung der Patentfähigkeit in Betracht
gezogene Druckschriften:

DE 196 02 731 C1

DE 40 15 204 C1

DE 11 97 689 B

DE 31 13 380 A1

DE 24 18 889 A1

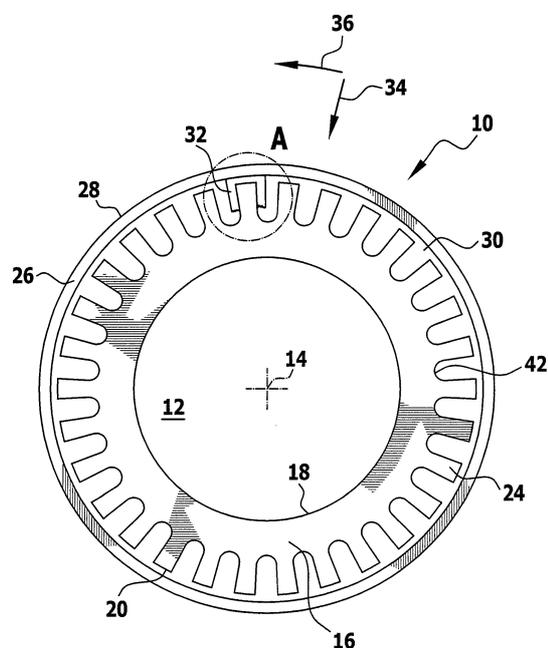
DE 26 43 011 B1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

Prüfungsantrag gemäß § 44 PatG ist gestellt.

(54) Bezeichnung: **Heißkammer**

(57) Zusammenfassung: Um eine Heißkammer, umfassend mindestens einen Heißraum, mindestens eine Heißkammerwand, welche den Heißraum begrenzt, und mindestens eine Hüllenstruktur, welche eine Heißkammerwand umgibt und/oder von einer Heißkammerwand umgeben ist, bereitzustellen, welche zuverlässig ist unter hoher Sicherheit, ist vorgesehen, dass zwischen der Heißkammerwand und der Hüllenstruktur eine Schale angeordnet ist, welche mindestens in Teilbereichen an der Heißkammerwand und an der Hüllenstruktur anliegt, und dass die Schale so ausgebildet ist, dass sie in einer Abstandsrichtung zwischen der Heißkammerwand und der Hüllenstruktur und in einer Querrichtung zu dieser Abstandsrichtung dehnbar ist.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung betrifft eine Heißkammer, umfassend mindestens einen Heißraum, mindestens eine Heißkammerwand, welche den Heißraum begrenzt, und mindestens eine Hüllenstruktur, welche eine Heißkammerwand umgibt und/oder von einer Heißkammerwand umgeben ist.

[0002] Eine Brennkammer als Beispiel einer Heißkammer ist in der WO 99/04156 A1 beschrieben. Diese Brennkammer (insbesondere für ein Raketentriebwerk) umfasst einen Brennraum als Heißraum, einen den Brennraum umschließenden Innenmantel (Heißkammerwand) und einen den Innenmantel umschließenden Außenmantel (Hüllenstruktur). Der Außenmantel ist aus einem Faserkeramikmaterial gebildet und der Innenmantel ist aus einem Faserkeramikmaterial oder aus Graphit gebildet.

[0003] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, eine Heißkammer der eingangs beschriebenen Art bereitzustellen, welche zuverlässig ist unter hoher Sicherheit.

[0004] Diese Aufgabe wird bei der eingangs genannten Heißkammer erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass zwischen der Heißkammerwand und der Hüllenstruktur eine Schale angeordnet ist, welche mindestens in Teilbereichen an der Heißkammerwand und an der Hüllenstruktur anliegt, und dass die Schale so ausgebildet ist, dass sie in einer Abstandsrichtung zwischen der Heißkammerwand und der Hüllenstruktur und in einer Querrichtung zu dieser Abstandsrichtung dehnbar ist.

[0005] Grundsätzlich ist eine Heißkammer thermisch belastet und mechanisch belastet. Durch die erfindungsgemäße Lösung lässt sich eine hohe thermisch-mechanische Tragfähigkeit bereitstellen, wobei sowohl in stationären Betriebsphasen als auch in transienten Betriebsphasen eine hohe Zuverlässigkeit und hohe Sicherheit erreichbar ist.

[0006] Die Schale kann aufgrund ihrer Dehnungsmöglichkeiten aufgezwungenen Dehnungen der Heißkammerwand und der Hüllenstruktur folgen und dadurch zum Spaltausgleich dienen. Es ist grundsätzlich möglich, dass die Schale aufgrund ihrer Eigenelastizität vorgespannt wird oder von innen oder von außen unter Überdruck steht. Die radiale bzw. umfangsgerichtete Weichheit der Schale lässt sich durch die stützende Hüllenstruktur bzw. Heißkammerwand auffangen.

[0007] Die Schale kann auch Längslasten aufnehmen; dadurch kann beispielsweise ein Triebwerksschub oder eine Seitenlast einer Düse über die Schale auf eine Tragstruktur des mit dem Triebwerk/der Düse versehenen Objekts übertragen werden.

[0008] Auch bei asymmetrischer Belastung erfolgt ein Ausgleich durch die Schale, so dass Zwangsspannungen verhindert oder zumindest reduziert werden.

[0009] Durch die Schale wird eine Verbindung zwischen der Hüllenstruktur und der Heißkammerwand bereitgestellt, wobei sich das Auftreten kritischer Zwangsspannungen oder Versagungsspannungen durch die Schale in ihrer Anpassung an das Verhalten der Heißkammerwand und der Hüllenstruktur verhindern lässt.

[0010] Die Schale lässt sich fluiddicht ausbilden und beispielsweise als Diffusionssperre ausbilden, so dass sich eine hohe Dichtigkeit auch bei einer porösen Heißkammerwand erreichen lässt. Poröse Heißkammerwände werden im Zusammenhang mit der Effusionskühlung oder Transpirationskühlung verwendet.

[0011] Zur Verbindung zwischen der Heißkammerwand und der Hüllenstruktur über die Schale genügt es grundsätzlich, wenn kleine Kontaktbereiche vorliegen. Dadurch lassen sich Wärmebrücken verhindern. Zwischen der Schale und der Heißkammerwand und gegebenenfalls auch zwischen der Schale und der Hüllenstruktur sind Spalte bereitgestellt, die sich großflächig durch Kühlmittel umspülen lassen. Dadurch ist es beispielsweise möglich, das poröse Volumen einer Heißkammerwand vollständig als Wärmetauschaum insbesondere für die Effusionskühlung oder Transpirationskühlung zu nutzen.

[0012] Die Schale lässt sich auf einfache Weise beispielsweise über Drahterodieren oder spanabhebende Verarbeitung herstellen. Es ergibt sich eine einfache Montage. Die Bauteile lassen sich ineinanderschieben. Es kann dabei eine lösbare Verbindung vorgesehen sein, so dass beim Ausfall eines Bauteils dieses auf einfache Weise ersetzbar ist.

[0013] Die erfindungsgemäße Heißkammer kann beispielsweise als Brennkammer für ein Raketentriebwerk eingesetzt werden. Sie kann in einem Rohr-, Behälter- oder Speichersystem eingesetzt werden. Sie kann beispielsweise auch in einem Wärmetauscher eingesetzt werden. Sie eignet sich für allgemeine Tragstrukturen. Die erfindungsgemäße Heißkammer kann auch eingesetzt werden, wenn keine thermischen Belastungen sondern nur mechanische Belastungen vorliegen wie beispielsweise an einem Tank; die Heißkammer ist dann beispielsweise eine Aufnahmekammer für ein unter Druck stehendes Medium. Das Medium kann heiß oder kalt gegenüber der Umgebung sein.

[0014] Insbesondere ist die Schale aufgrund thermischer und/oder mechanischer Belastung dehnbar. Dadurch wird eine hohe thermische Tragfähigkeit

bzw. mechanische Tragfähigkeit oder thermisch-mechanische Tragfähigkeit bereitgestellt.

[0015] Insbesondere ist die Schale elastisch ausgebildet. Dadurch lässt sich auf einfache Weise erreichen, dass sie in der Abstandsrichtung und in der Querrichtung zu der Abstandsrichtung dehnbar ist. Ferner lässt sich der Zusammenbau erleichtern, da durch Zusammendrücken der Schale deren Durchmesser verringert werden kann, um so eine Hüllenstruktur aufzuschieben zu können. Ferner lässt es sich aufgrund der Elastizität vermeiden, dass für die Ausbildung/Herstellung von Anschlüssen Halbschalenverfahren eingesetzt werden müssen.

[0016] Es kann vorgesehen sein, dass die Schale die Heißkammerwand umgibt oder von dieser umgeben ist. Beispielsweise ist der Heißraum ein zylindrischer Raum und die Schale umgibt dann entsprechend die Heißkammerwand, in welcher der zylindrische Heißraum gebildet ist. Es ist auch möglich, dass der Heißraum ein Ringraum ist und die Heißkammerwand eine Schale umgibt.

[0017] Insbesondere ist die Schale umfänglich geschlossen. Dadurch lässt sich über die gesamte Heißkammerwand eine Diffusionsbarriere ausbilden.

[0018] Insbesondere ist die Schale aus einem metallischen Material hergestellt. Dadurch weist die Schale eine entsprechende Elastizität mit thermischen Dehnungsmöglichkeiten in der Abstandsrichtung und quer zur Abstandsrichtung auf. Es ist auch möglich, Kunststoffmaterialien, keramische Werkstoffe oder Verbundwerkstoffe, insbesondere Faserverbundwerkstoffe, für die Schale zu verwenden. Je nach Anwendung muss die Schale beispielsweise dicht sein oder nicht, sie muss Längslasten auffangen können oder nicht usw. Der Werkstoff wird nach den speziell vorliegenden Anforderungen gewählt.

[0019] Insbesondere weist die Schale erste Querstege und zweite Querstege auf, welche in der Abstandsrichtung zwischen der Heißkammerwand und der Hüllenstruktur beabstandet sind und welche quer zu dieser Abstandsrichtung orientiert sind. Bei einer solchen Ausbildung ergeben sich thermische Dehnungsmöglichkeiten sowohl in Abstandsrichtung als auch quer zur Abstandsrichtung. Beispielsweise lassen sich so thermische Dehnungen in Aufbiegungen transformieren.

[0020] Insbesondere sind ein erster Quersteg und ein benachbarter zweiter Quersteg aufgrund thermischer Dehnung relativ zueinander in der Abstandsrichtung und quer zur Abstandsrichtung beweglich. Dadurch ergeben sich Dehnungsmöglichkeiten zum Spaltausgleich, wobei die Schale aufgezwungenen Dehnungen der Heißkammerwand und/oder der Hüllenstruktur folgen kann.

[0021] Vorzugsweise sind benachbarte erste Querstege und zweite Querstege in der Querrichtung zur Abstandsrichtung zueinander versetzt. Dadurch können die ersten Querstege einer Innenkontur der Hüllenstruktur folgen und die zweiten Querstege können einer Außenkontur der Heißkammerwand folgen.

[0022] Günstigerweise sind benachbarte erste Querstege und zweite Querstege über jeweilige Verbindungsstege verbunden. Dadurch ergibt sich ein geschlossener polygonaler Konturverlauf der Schale mit den entsprechenden thermischen Dehnungsmöglichkeiten in der Abstandsrichtung und quer zur Abstandsrichtung.

[0023] Zwischen benachbarten Verbindungsstegen, welche an einem ersten Quersteg angeordnet sind, ist vorzugsweise ein Freiraum gebildet, um eine thermische Dehnung zu ermöglichen, die insbesondere in eine Biegung transformierbar ist.

[0024] Aus dem gleichen Grund ist es günstig, wenn zwischen benachbarten Verbindungsstegen, welche an einem zweiten Quersteg angeordnet sind, ein Freiraum gebildet ist.

[0025] Günstigerweise ist ein Verbindungssteg mindestens näherungsweise in der Abstandsrichtung zwischen der Heißkammerwand und der Hüllenstruktur orientiert. Dadurch lässt sich eine thermische Dehnungsmöglichkeit in der Abstandsrichtung erreichen.

[0026] Günstigerweise ist die Dicke der ersten Querstege und der zweiten Querstege jeweils kleiner als deren Abstand in der Abstandsrichtung. Dadurch lässt sich eine dünne Schale ausbilden, welche thermische Dehnungsmöglichkeiten in der Abstandsrichtung und quer zur Abstandsrichtung (insbesondere in Radialrichtung in einer Umfangsrichtung) aufweist. Die Schale lässt sich dann auch leicht herstellen.

[0027] Aus dem gleichen Grund ist es günstig, wenn die Dicke der Verbindungsstege kleiner ist als der Abstand benachbarter Verbindungsstege.

[0028] Bei einer bevorzugten Ausführungsform ist die Schale mäanderförmig ausgebildet. Sie weist dadurch thermische Dehnungsmöglichkeiten in der Abstandsrichtung und quer zur Abstandsrichtung auf. Insbesondere weist sie Dehnungsmöglichkeiten in radialer Richtung und in Umfangsrichtung auf. Eine thermische Dehnung in einer Umfangsrichtung lässt sich in eine Biegung transformieren.

[0029] Günstig ist es, wenn die Schale fluiddicht ausgebildet ist. Dadurch ist ein Schalenmantel gebildet, über den beispielsweise bei einer porösen Heißkammerwand das seitliche Austreten von Medium verhindert ist. Ferner lässt sich über eine solche

Schale Kühlmittel der Heißkammerwand zuführen.

[0030] Insbesondere ist die Schale als Diffusionsbarriere zwischen Heißkammerwand und Hüllenstruktur ausgebildet. Dadurch wird die Durchdiffusion von Medium durch die Schale gesperrt.

[0031] Günstig ist es, wenn zwischen der Schale und der Heißkammerwand und/oder der Hüllenstruktur Spalte gebildet sind. Durch solche Spalte lässt sich Kühlmedium durchführen, um für eine Kühlung der Heißkammerwand zu sorgen. Weiterhin lassen sich Wärmebrücken zwischen der Schale und der Heißkammerwand sowie zwischen der Hüllenstruktur und der Schale minimieren. Dadurch lässt sich eine thermische Entkopplung erreichen.

[0032] Insbesondere sind in axialer Richtung durchgehende Spalte zur Kühlmittelbeaufschlagung der Heißkammerwand gebildet. Dadurch lässt sich Kammerwandkühlmittel bereitstellen, wobei sich Kühlmittel flächig bereitstellen lässt.

[0033] Weiterhin ist es günstig, wenn Spalte zur thermischen Entkopplung von Schale und Heißkammerwand und/oder Hüllenstruktur gebildet sind.

[0034] Insbesondere erstreckt sich die Schale über die axiale Länge der Heißkammerwand. Dadurch lässt sich die Verbindung zwischen der Hüllenstruktur und der Heißkammerwand über einen großen Flächenbereich erreichen.

[0035] Es ist vorgesehen, dass die Schale der Kontur der Heißkammerwand folgt. Dadurch lässt sich eine gute Verbindung erreichen; innerhalb einer Ausnehmung der Heißkammerwand ist die Längenänderung der einzelnen Schalenelemente an sich gering. Über die Gesamtheit der Schale wird die Haltefunktion der Schale an der Heißkammerwand trotz thermischer Dehnungen nicht beeinträchtigt.

[0036] Bei einer Ausführungsform ist die Heißkammerwand porös ausgebildet. Es lässt sich dadurch eine Effusionskühlung (Schwitzkühlung ohne Phasenübergang) oder Transpirationskühlung (Schwitzkühlung mit Phasenübergang) realisieren. Eine entsprechende Brennkammer ist in der WO 99/04156 A1 offenbart. Auf diese Druckschrift wird ausdrücklich Bezug genommen.

[0037] Günstig ist es, wenn die Heißkammerwand der Hüllenstruktur zugewandt eine mäanderförmige Außenkontur aufweist. Dadurch kann die Schale mäanderförmig ausgebildet werden, wobei die Schale dem Konturverlauf der Heißkammerwand folgen kann.

[0038] Bei einer Ausführungsform ist die Heißkammerwand aus einem faserverstärkten Material herge-

stellt. Insbesondere ist die Heißkammerwand aus C/C und insbesondere aus C/C-Keramik hergestellt. Ein solches Material ist durch Kohlenstofffasern faserverstärkt. Es hat sich gezeigt, dass eine solche Heißkammerwand günstige Eigenschaften aufweist (vgl. die WO 99/04156 A1).

[0039] Es kann vorgesehen sein, dass die Hüllenstruktur aus einem metallischen Material hergestellt ist.

[0040] Es ist auch möglich, dass die Hüllenstruktur aus dem Faserverbundwerkstoff (CFK-Material) hergestellt ist.

[0041] Insbesondere ist die Hüllenstruktur als Mantel ausgebildet. Dadurch lässt sich die Hüllenstruktur auf die Heißkammerwand mit der Schale aufschieben bzw. die Hüllenstruktur lässt sich in die Heißkammerwand mit der Schale einschieben. Dadurch wiederum lässt sich eine einfache Herstellbarkeit realisieren. Ferner lässt sich dadurch auch eine lösbare Verbindung von Heißkammerwand, Schale und Hüllenstruktur erreichen. Dies wiederum ermöglicht einen einfachen Austausch einer beschädigten Komponente.

[0042] Die Heißkammerwand, die Schale und die Hüllenstruktur lassen sich auf einfache Weise gegeneinander fixieren, wenn mindestens ein Halteflansch und mindestens ein Stirnflansch vorgesehen sind, welche miteinander fixiert sind.

[0043] Insbesondere ist der mindestens eine Halteflansch so ausgebildet, dass er in axialer Richtung zu einer Stirnseite der Heißkammer an der Schale anliegt. Dadurch lässt sich auf einfache Weise eine axiale Verspannung von Heißkammerwand, Schale und Stirnflansch erreichen.

[0044] Insbesondere ist der mindestens eine Halteflansch an der Schale angeordnet. Beispielsweise umgibt der mindestens eine Halteflansch die Schale. Er ist dann vorzugsweise als Klemmring ausgebildet, welcher auf die Schale aufschiebbar ist.

[0045] Es kann vorgesehen sein, dass der mindestens eine Stirnflansch an einer Stirnseite der Heißkammer anliegt. Dadurch ist seine Beweglichkeit in axialer Richtung gesperrt und es wird ein Gegenlager für eine Klemmverbindung bereitgestellt.

[0046] Insbesondere sind der mindestens eine Halteflansch, die Schale und der mindestens eine Stirnflansch axial miteinander verspannt, um eine Fixierung zu erreichen. Bei einer solchen Ausführungsform lässt sich auch auf einfache Weise eine stirnseitige Abdichtung erreichen.

[0047] Insbesondere ist zwischen einer Stirnseite

der Schale und dem mindestens einen Stirnflansch mindestens eine Dichtung angeordnet. Beispielsweise ist mindestens eine ringförmige Foliendichtung angeordnet. Wenn eine Verspannung zwischen dem Halteflansch und dem Stirnflansch erreicht ist, dann lässt sich auch eine Verspannung der Dichtung erreichen, um eine hohe Dichtwirkung zu erzielen.

[0048] Insbesondere steht die mindestens eine Dichtung unter axialer Spannung, um eine hohe Dichtwirkung zu erzielen.

[0049] Es kann dabei zwischen dem mindestens einen Stirnflansch und der Schale mindestens eine Foliendichtung angeordnet sein. Diese lässt sich auf einfache Weise positionieren.

[0050] Insbesondere ist mindestens eine Dichtung vorgesehen, welche vorgespannt ist. Beispielsweise ist eine Federringdichtung vorgesehen, welche entsprechend vorgespannt ist. Die Dichtung übt dann einen entsprechenden "Dichtungsdruck" aus, um eine sichere Dichtwirkung zu erzielen.

[0051] Es kann vorgesehen sein, dass die Dichtung durch ein Kühlmittelreservoir druckbeaufschlagbar ist. Beispielsweise ist ein Aufnahmeraum für die Dichtung so mit Kühlmittelkanälen verbunden, dass bei Versagen einer anderen Dichtung der Kühlmittelreservoirdruck auf die Dichtung wirkt und für eine zusätzliche Verspannung sorgt.

[0052] Günstig ist es, wenn der mindestens eine Stirnflansch mindestens eine Haltenase aufweist, durch welche die Beweglichkeit der Schale in der Abstandsrichtung zwischen der Hüllenstruktur und der Heißkammerwand gesperrt ist. Dadurch wird für eine entsprechende Fixierung und insbesondere radiale Fixierung der Schale gesorgt.

[0053] Es ist ferner günstig, wenn durch den mindestens einen Stirnflansch eine Aufnahme für ein Anschlusselement gebildet ist oder ein Anschlusselement an dem mindestens einen Stirnflansch gebildet ist oder ein Anschlusselement mit dem Stirnflansch verbindbar ist. Dadurch lässt sich ein Anschlusselement wie beispielsweise eine Düse auf einfache Weise an der Heißkammer anordnen. Insbesondere lässt sich auch ein keramisches Anschlusselement auf einfache Weise an der Heißkammer fixieren.

[0054] Es kann vorgesehen sein, dass die Schale in Richtung zu der Heißkammerwand hin oder in Richtung von der Heißkammerwand weg druckbeaufschlagt ist. Dadurch lässt sich die Beulstabilität der Schale erhöhen.

[0055] Die erfindungsgemäße Heißkammer kann als Brennkammer ausgebildet sein, beispielsweise für ein Raketentriebwerk. Es lässt sich dadurch auf

effektive Weise eine effusionsgekühlte oder transpirationsgekühlte Brennkammer bereitstellen.

[0056] Es ist auch möglich, dass die Heißkammer in einem Wärmetauscher oder einer Speichervorrichtung verwendet wird.

[0057] Die nachfolgende Beschreibung bevorzugter Ausführungsformen dient im Zusammenhang mit der Zeichnung der näheren Erläuterung der Erfindung. Es zeigen:

[0058] [Fig. 1](#) eine Schnittansicht eines ersten Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Heißkammer;

[0059] [Fig. 2](#) eine perspektivische Ansicht der Heißkammer gemäß [Fig. 1](#) ohne Hüllenstruktur;

[0060] [Fig. 3](#) eine vergrößerte Darstellung des Bereichs A gemäß [Fig. 1](#);

[0061] [Fig. 4\(a\)](#) und [Fig. 4\(b\)](#) eine Detailansicht eines Ausführungsbeispiels einer Schale mit den thermischen Dehnungsmöglichkeiten;

[0062] [Fig. 5](#) eine perspektivische Ansicht eines zweiten Ausführungsbeispiels einer Heißkammer;

[0063] [Fig. 6](#) eine Vorderansicht auf die Heißkammer gemäß [Fig. 5](#);

[0064] [Fig. 7](#) eine Schnittansicht längs der Linie 7-7 gemäß [Fig. 6](#);

[0065] [Fig. 8](#) eine Schnittansicht längs der Linie 8-8 gemäß [Fig. 6](#);

[0066] [Fig. 9](#) eine vergrößerte Darstellung des Bereichs B gemäß [Fig. 8](#); und

[0067] [Fig. 10](#) eine Schnittansicht eines weiteren Ausführungsbeispiels einer erfindungsgemäßen Heißkammer.

[0068] Ein erstes Ausführungsbeispiel einer Heißkammer, welches in den [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt ist und dort mit **10** bezeichnet ist, umfasst einen Heißraum **12**, welcher ein heißes Medium aufnehmen kann. Beispielsweise wird das heiße Medium in dem Heißraum **12** gespeichert; die Heißkammer **10** ist dann Teil einer Speichervorrichtung. Bei einem anderen Anwendungsbeispiel wird heißes Medium durch den Heißraum **12** für einen Wärmetauschvorgang geführt; die Heißkammer **10** ist dann Teil eines Wärmetauschers. Bei einem weiteren Anwendungsbeispiel wird das heiße Medium in dem Heißraum **12** durch Verbrennungsvorgänge erzeugt. Die Heißkammer **10** ist dann eine Brennkammer beispielsweise für ein Triebwerk wie für ein Flugkörpertriebwerk (Ra-

ketentriebwerk).

[0069] Der Heißraum **12** ist bei dem gezeigten Beispiel rotationssymmetrisch zu einer Achse **14** ausgebildet. Beispielsweise ist er zylindrisch; es sind auch andere Formen möglich wie beispielsweise konische Formen, sphärische Formen, allgemeine gekrümmte Innenkonturformen oder Mischformen. Ein Heißraum kann beispielsweise einen verengten Halsbereich aufweisen.

[0070] Der Heißraum **12** ist durch eine Heißkammerwand **16** begrenzt, welche eine zylindrische Innenkontur **18** aufweist. Eine Außenkontur **20** der Heißkammerwand **16** weist eine zylindrische Einhülende auf, wobei Ausnehmungen **22** gebildet sind.

[0071] Zwischen benachbarten Ausnehmungen **22** sind jeweilige Materialstege **24** angeordnet, so dass die Außenkontur **20** der Heißkammerwand **16** mit sich in axialer Richtung (d. h. parallel zur Achse **14**) erstreckenden Zähnen (an den Materialstegen **24**) versehen ist. Im Querschnitt ist die Außenkontur **20** der Heißkammerwand mäanderförmig ausgebildet.

[0072] Die Heißkammerwand **16** ist von einer Hüllenstruktur **26** umgeben. Die Hüllenstruktur **26** ist insbesondere geschlossen und als Mantel **28** ausgebildet.

[0073] Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Hüllenstruktur **26** ein zylindrischer Mantel **28**, welcher konzentrisch zu dem Heißraum **12** angeordnet ist, d. h. eine Achse aufweist, welche mit der Achse **14** zusammenfällt.

[0074] Zwischen der Hüllenstruktur **26** und der Heißkammerwand **16** ist ein Zwischenraum **30** gebildet. In diesem Zwischenraum **30** ist eine geschlossene Schale **32** angeordnet, welche die Heißkammerwand **16** umgibt. In [Fig. 1](#) ist nur ein Teil dieser Schale **32** gezeigt; in [Fig. 2](#) ist die Hüllenstruktur **26** nicht gezeigt.

[0075] Die Schale **32** liegt an einer Innenseite der Hüllenstruktur **26** mindestens in Teilbereichen an. Ferner liegt sie an der Außenkontur **20** der Heißkammerwand **16** mindestens in Teilbereichen an (siehe unten). Sie ist dadurch sowohl mit der Heißkammerwand **16** als auch mit der Hüllenstruktur **26** verbunden und stützt sich sowohl an der Außenkontur **20** der Heißkammerwand **16** als auch an der Innenseite der Hüllenstruktur **26** ab.

[0076] Die Schale **32** ist einstückig ausgebildet und weist eine Erstreckung in der axialen Richtung parallel zur Achse **14** auf. Sie ist der Innenkontur der Hüllenstruktur **26** und der Außenkontur **20** der Heißkammerwand **16** angepasst und folgt jeweils deren Verlauf. Die Schale **32** ist so angepasst, dass sie thermi-

sche Dehnungsmöglichkeiten in einer Abstandsrichtung **34** zwischen der Hüllenstruktur **26** und der Heißkammerwand **16** aufweist und thermische Dehnungsmöglichkeiten in einer Querrichtung **36** zur Abstandsrichtung **34** aufweist.

[0077] Wenn der Heißraum **12** rotationssymmetrisch ausgebildet ist und die Hüllenstruktur **26** ebenfalls mindestens näherungsweise rotationssymmetrisch ausgebildet ist, dann ist die Abstandsrichtung **34** mindestens näherungsweise eine radiale Richtung. Die Querrichtung **36** ist dann in diesem Falle eine Umfangsrichtung.

[0078] Die Schale **32** ist mäanderförmig ausgebildet. Sie umfasst erste Querstege **38** und zweite Querstege **40**, welche in der Abstandsrichtung **34** beabstandet zueinander sind und alternierend aufeinanderfolgen. Die Querstege **38** und **40** sind im wesentlichen parallel zueinander angeordnet. Die ersten Querstege **38** sind zur Kontaktierung der Innenkontur der Hüllenstruktur **26** vorgesehen. Die zweiten Querstege **40** sind zum Eintauchen in die Ausnehmungen **22** vorgesehen. Diese Ausnehmungen **22** weisen Ausnehmungsgrunde **42** auf.

[0079] Die ersten Querstege **38** sind mit benachbarten zweiten Querstegen **40** jeweils durch Verbindungsstege **44** verbunden. Diese Verbindungsstege **44** sind mindestens näherungsweise in der Abstandsrichtung **34** orientiert.

[0080] Zwischen benachbarten Verbindungsstegen **44**, welche an einem ersten Quersteg **38** angeordnet sind, ist ein Freiraum **46** gebildet. Zwischen benachbarten Verbindungsstegen **44**, welche an einem zweiten Quersteg **40** angeordnet sind, ist ein Freiraum **48** gebildet. Ein solcher Freiraum **48** bildet einen Spalt, welcher durch die Hüllenstruktur **26** begrenzt ist.

[0081] Die Schale **32** ist relativ dünn ausgebildet. Die Dicke des Materials, welches die Querstege **38**, **40** und die Verbindungsstege **44** bildet, ist kleiner als der Abstand der Querstege **38** und **40** in der Abstandsrichtung **34**. Ferner ist sie kleiner als der Abstand der Verbindungsstege **44**, welche an einem ersten Quersteg **38** angeordnet sind.

[0082] Vorzugsweise ist die Schale **32** so an die Heißkammerwand **16** und die Hüllenstruktur **26** angepasst ausgebildet, dass zwischen der Heißkammerwand **16** und der Schale **32** Spalte **50**, **52** liegen. Zwischen der Schale **32** und der Hüllenstruktur **26** liegen die Spalte **48**. Insbesondere sind solche Spalte **50**, **52** in axialer Richtung durchgehend ausgebildet. Über sie lässt sich über die axiale Länge Kühlmittel der Heißkammerwand **16** zuführen.

[0083] Die Spalte **48**, **50**, **52** lassen auch eine ther-

mische Dehnung der Schale **32** zu, wobei durch entsprechende Auslegung dafür gesorgt ist, dass die Dehnung unterhalb der Bruchdehnung liegt. Durch die Spalte **48, 50, 52** lässt sich eine thermische Entkopplung zwischen der Heißkammerwand **16** und der Schale **32** erreichen, da Wärmebrücken vermieden sind. Diese Spalte **48, 50, 52**, über welche die thermische Entkopplung erfolgt, lassen sich wiederum großflächig mit Kühlmittel umspülen.

[0084] Die Schale **32** ist vorzugsweise aus einem metallischen Material hergestellt. Beispielsweise wird eine Schale **32** durch Drahtrodieren oder durch spanabhebende Materialverarbeitung hergestellt.

[0085] Bei einem Ausführungsbeispiel ist die Heißkammerwand **16** aus einem porösen faserverstärkten Material wie beispielsweise C/C-Material hergestellt. Es handelt sich dabei vorzugsweise um ein keramisches C/C-Material. Eine solche Heißkammer mit einer Heißkammerwand **16** als Innenmantel aus einem Faserkeramikmaterial ist in der WO 99/04156 A1 beschrieben, auf die ausdrücklich Bezug genommen wird.

[0086] Es ist aber auch grundsätzlich möglich, dass die Heißkammerwand **16** aus einem anderen Material wie beispielsweise einem keramischen Material hergestellt ist.

[0087] Die Hüllenstruktur **26** ist beispielsweise aus einem keramischen Material oder aus einem Faserverbundwerkstoff hergestellt. (In der WO 99/04156 A1 ist eine Hüllenstruktur beschrieben, welche dort als Außenmantel bezeichnet ist und aus einem Faserkeramikmaterial hergestellt ist.)

[0088] Die Schale **32** weist, wie in den **Fig. 4(a)** und **4(b)** schematisch gezeigt, thermische Dehnungsmöglichkeiten in der Abstandsrichtung **34** und in der Querrichtung **36** auf. Eine Umfangsdehnung (Dehnung in der Querrichtung **36**) wird durch die mäanderförmige Struktur der Schale **32** in eine Biegung transformiert.

[0089] Das elastische Verhalten der Schale **32** aufgrund der Dehnungsmöglichkeiten in der Abstandsrichtung **34** und der Querrichtung **36** erlaubt einen Spaltausgleich. Die Schale **32** kann in ihren Dehnungsmöglichkeiten aufgezwungenen Dehnungen der Hüllenstruktur **26** und/oder der Heißkammerwand **16** folgen.

[0090] Es ist dabei möglich, dass die Schale **32** aufgrund ihrer Eigenelastizität in der Abstandsrichtung **34** vorgespannt ist. Insbesondere kann sie radial vorgespannt sein. Die Schale **32** kann auch von innen oder von außen unter Überdruck stehen.

[0091] Durch die Heißkammerwand **16** und/oder die

Hüllenstruktur **26** wird die Schale **32** abgestützt und entsprechend wird eine Weichheit der Schale **32** in Umfangsrichtung oder radialer Richtung aufgefangen.

[0092] Durch die Zusammenwirkung der Heißkammerwand **16**, der Schale **32** und der Hüllenstruktur **26** lassen sich kritische Zwangsspannung oder Versagensspannungen verhindern; die Schale **32** erlaubt einen "Ausgleich" zwischen der Heißkammerwand **16** und der Hüllenstruktur **26**, auch wenn die entsprechenden Materialien stark unterschiedliche thermische Ausdehnungskoeffizienten aufweisen.

[0093] Die Schale **32** ist insbesondere fluiddicht ausgebildet. Beispielsweise ist sie als Diffusionssperre ausgebildet. Dadurch kann ein Medium, welches über die Spalte **50, 52** dem Heißraum **12** zugeführt wird bzw. durch eine poröse Heißkammerwand **16** austritt, nicht durch die Schale **32** gelangen.

[0094] Durch die Schale **32** wird eine Verbindung zwischen der Hüllenstruktur **26** und der Heißkammerwand **16** hergestellt, wobei gleichzeitig Spalte **48, 50, 52** bereitgestellt sind, durch die ein Medium wie beispielsweise Kühlmittel durchgeführt werden kann.

[0095] Mittels der Schale **32** lassen sich thermisch interferierende und/oder mechanisch interferierende Lasten an der Heißkammer **10** entkoppeln. Die Schale **32** selber kann Teillasten tragen.

[0096] Durch das mäanderförmige Querschnittsprofil der Schale **32** wird das Beulrisiko für diese Schale **32** reduziert. Die Beulstabilität der Schale **32** kann durch Druckbeaufschlagung von innen oder von außen noch erhöht werden, da sich die Schale **32** an der Heißkammerwand **16** und/oder der Hüllenstruktur **26** abstützen kann.

[0097] Die Heißkammer **10** wird beispielsweise so hergestellt, dass auf die Heißkammerwand **16** die Schale **32** aufgeschoben wird. Die Schale **32** wird dann in der Abstandsrichtung **34** zusammengedrückt (gestaucht) und festgehalten. Dies ist aufgrund der Elastizität der Schale **32** in der Abstandsrichtung **34** möglich. Danach kann die Hüllenstruktur **26** beispielsweise als Mantel **28** aufgeschoben werden.

[0098] Es ist auch möglich, dass die erfindungsgemäße Lösung bei einer Mehrfachwandstruktur eingesetzt wird, d. h. dass eine Mehrzahl von Schalen entsprechend der Schale **32** vorgesehen sind, wobei eine entsprechende Schale zwischen einer ersten Wand und einer zweiten Wand, zwischen der zweiten Wand und einer dritten Wand usw. angeordnet sein kann.

[0099] Das erste Ausführungsbeispiel wurde im Zusammenhang mit einem zylindrischen Heißraum **12**

beschrieben. Es ist beispielsweise auch möglich, dass der Heißraum ein Ringraum ist und eine Schale einer Innenseite einer entsprechenden Heißkammerwand zugewandt angeordnet ist und die Schale eine innere Hüllenstruktur umgibt.

[0100] Bei einem zweiten Ausführungsbeispiel einer Heißkammer, welches in den [Fig. 5](#) bis [Fig. 9](#) gezeigt und dort mit **54** bezeichnet ist, sind ein Heißraum **56**, eine Heißkammerwand **58** und ein Mantel **60** (Außenmantel) vorgesehen, welche grundsätzlich gleich ausgebildet sind wie oben anhand des ersten Ausführungsbeispiels beschrieben.

[0101] Die Heißkammerwand erstreckt sich längs einer Achse **62** ([Fig. 7](#)). Der Heißraum **56** weist einen zylindrischen Abschnitt **64** und einen sich daran anschließenden (hohl-)kegelstumpfförmigen Abschnitt **66** auf. Eine gedachte Kegelspitze des kegelstumpfförmigen Abschnitts **66** liegt auf der Achse **62** außerhalb des zylindrischen Bereichs **64**. Der kegelstumpfförmige Abschnitt **66** verengt sich in Richtung von dem zylindrischen Abschnitt **64** weg. An den kegelstumpfförmigen Abschnitt **66** schließt sich ein weiterer kegelstumpfförmiger Abschnitt **68** an, welcher sich von dem zylindrischen Abschnitt weg erweitert. Eine gedachte Kegelspitze des kegelstumpfförmigen Abschnitts **66** liegt auf der Achse **62** im Bereich des kegelstumpfförmigen Abschnitts **66**.

[0102] Zwischen der Heißkammerwand **58** und dem Mantel **60** ist eine Schale **70** angeordnet, welche einen mäanderförmigen Querschnitt aufweist. Die Schale **70** ist grundsätzlich gleich ausgebildet wie die Schale **32** und erfüllt die gleichen Funktionen.

[0103] Zwischen der Schale **70** und einer Innenseite des Mantels **60** kann eine Schutzlage **72** wie beispielsweise eine PTFE-Schutzschicht angeordnet sein.

[0104] Auf der Schale **70** ist ein Halteflansch **74** angeordnet, welcher beispielsweise in Form eines Klemmrings ausgebildet ist ([Fig. 9](#)). Insbesondere weist der Halteflansch **74** einen Innenraum **76** auf, mittels welchem er auf die Schale **70** aufgesetzt ist.

[0105] An der Schale **70** ist eine Stufe **78** mit einer Sperrfläche **80** gebildet, welche in der Abstandsrichtung **82** zwischen dem Mantel **60** und der Heißkammerwand **58** orientiert ist. Der Halteflansch **74** weist an dem Innenraum **76** eine angepasste Ausnehmung **84** mit einer Sperrfläche **86** auf, welche an der Sperrfläche **80** der Schale **70** anstoßen kann. Durch die Sperrflächen **80**, **86** wird eine axiale Verschieblichkeit des Halteflanschs **74** in einer axialen Richtung **88** gesperrt. Bei einer elastischen Ausbildung der Schale **70** kann diese mit ihrer Stufe **78** in die Ausnehmung **84** einrasten.

[0106] An einer Stirnseite **90** der Heißkammerwand **58** ist ein Stirnflansch **92** angeordnet, welcher über entsprechende Spannungsmittel **94** wie beispielsweise Schrauben oder Bolzen mit dem Halteflansch **74** verspannt ist. Der Stirnflansch **92** wird durch die Verspannung an die Stirnseite **90** im Bereich des Mantels **60** gedrückt. Er weist dazu eine entsprechende Anlagefläche **96** auf.

[0107] Der Stirnflansch **92** weist eine erste ringförmige Haltenase **98** auf, welche von innen an der Schale **70** anliegt und diese radial festlegt. Ferner weist er eine zweite ringförmige Haltenase **100** auf, welche von außen an der Schale **70** anliegt und diese entsprechend radial fixiert.

[0108] Es kann vorgesehen sein, dass der Stirnflansch einen Ringsteg **102** aufweist, welcher in eine entsprechende Ringnut **104** des Halteflanschs **74** eingetaucht ist. Dadurch lässt sich ein Dichtungsbe-
reich **106** zwischen dem Stirnflansch **92** und dem Mantel **60** überdecken.

[0109] Zur Abdichtung zwischen dem Mantel **60** und dem Stirnflansch **92** sind Dichtungen **108**, **110**, **112**, **114** vorgesehen.

[0110] Zwischen der ersten Haltenase **98** und der zweiten Haltenase **200** ist ein Ringelement **116** positioniert, welches die Funktion einer Unterlagscheibe aufweist. Zwischen dem Ringelement **116** und der Stirnseite **90** an dem Mantel **60** ist eine Ringdichtung **108** insbesondere in Form einer Foliendichtung angeordnet. Zwischen dem Ringelement **116** und einer entsprechenden Anlagefläche **118** des Stirnflanschs **92** ist eine weitere Dichtung **110** insbesondere in Form einer Ringdichtung und vorzugsweise eine Foliendichtung angeordnet.

[0111] Im Bereich der Anlagefläche **118** weist der Stirnflansch **92** eine Ausnehmung **120** auf, in der eine druckbeaufschlagbare Dichtung **114** sitzt. Diese drückt auf das Ringelement **116** und damit dieses gegen die Dichtung **108**.

[0112] Zwischen der Dichtung **112** und einer entsprechenden Wand **122** der Ausnehmung **120** sitzt eine Dichtung **112**. Bei dieser Dichtung **112** handelt es sich insbesondere um eine Ringdichtung beispielsweise in Folienform.

[0113] Durch die Verspannung des Stirnflansches **92** mit dem Halteflansch **74** wird der Halteflansch **74** an der Heißkammer **54** gehalten. Die Dichtungen **108**, **110** und **112** werden durch diese axiale Verspannung ebenfalls gegen die Stirnseite **90** gepresst. Die Dichtung **114**, welche insbesondere als Federdichtung ausgebildet ist, kann während des Betriebs der Heißkammer **54** auftretende axiale Spalterweiterungen kompensieren. Solche axialen Spalterweite-

rungen können beispielsweise durch mechanische Verzerrungen auftreten. Die Elastizität der Dichtung **114** bietet eine Verformungsreserve.

[0114] Es ist insbesondere vorgesehen, dass die Dichtung **114** so bezüglich eines oder mehrerer Kühlmittelkanäle **124** angeordnet ist, dass diese mit Kühlmittelreservoirdruck beaufschlagt ist, wenn die Dichtungen **108**, **110** Kühlmittel in die Ausnehmung **120** lassen. Dadurch wird für eine erhöhte Dichtungswirkung gesorgt.

[0115] Der Halteflansch **74** und der Stirnflansch **92** sind bevorzugt aus einem metallischen Material hergestellt.

[0116] Es kann vorgesehen sein, dass ein Anschlusselement **126** wie beispielsweise eine keramische Düse an dem Stirnflansch **92** angeordnet ist. Dazu ist eine entsprechende Aufnahme **128** an dem Stirnflansch **92** ausgebildet.

[0117] Stirnseitig lässt sich die Heißkammerwand durch axial vorgespannte Dichtungen **108**, **110**, **112**, **114**, welche auch federnd sein können (Dichtung **114**) zuverlässig abdichten. Beispielsweise werden Umfangsdehnungen durch thermische Wechselzyklen, welche sich in Umfangsdehnungen der Dichtung **108** äußern, in Biegedehnungen der Schale **70** transformiert. Dadurch wird das Risiko des Versagens der Dichtung an dem Übergangsbereich zu der Schale **70** stark reduziert.

[0118] Bei einem weiteren Ausführungsbeispiel einer Heißkammer, welches in [Fig. 10](#) gezeigt und dort mit **130** bezeichnet ist, ist ein Heißraum **132** vorgesehen, welcher konisch ausgebildet ist. Dieser Heißraum **132** hat insbesondere die Gestalt eines Kegelstumpfes. Er ist durch eine Heißkammerwand **134** gebildet, welche eine konische Innenkontur aufweist. Auch eine Einhüllende der Außenkontur der Heißkammerwand **134** ist konisch ausgebildet. Ferner ist eine Hüllenstruktur **136** vorgesehen, welche konisch ausgebildet ist.

[0119] Zwischen der Hüllenstruktur **136** und einer Außenseite der Heißkammerwand **134** ist, ähnlich wie anhand der Ausführungsbeispiele **10** und **54** beschrieben, eine Schale **138** aus einem elastischen Material angeordnet. Insbesondere ist die Schale **138** mäanderförmig ausgebildet. (In [Fig. 10](#) ist nur ein Teilbereich dieser Schale gezeigt.) Auch die Schale **138** weist eine Kontur auf, deren Einhüllenden kegelförmig sind.

[0120] Auch bei dieser geometrischen Ausbildung lassen sich die erfindungsgemäßen Vorteile der Schale **138** erreichen.

[0121] Grundsätzlich können die Heißkammerwand

134 und die Hüllenstruktur **136** beliebige geometrische Formen aufweisen.

[0122] Mit der erfindungsgemäßen Lösung lässt sich eine zuverlässige und betriebssichere Verbindung von Bauteilen, welche aus unterschiedlichen Materialien hergestellt sind, erreichen. Insbesondere lassen sich Bauteile aus Verbundwerkstoffen und Bauteile aus Metallen miteinander verbinden. Eine Dichtigkeit lässt sich auf einfache Weise erreichen.

[0123] Es lässt sich auch eine Heißkammerwand aus einem porösen Material dehnkompatibel und verdrehsicher einbinden. Beispielsweise kann eine entsprechende Heißkammer **10**, **54** als effusionsgekühlte oder transpirationsgekühlte Brennkammer verwendet werden.

[0124] Über die Schale **32** bzw. **70** können Lastpfade bereitgestellt werden, über die sich die Schublast abtragen lässt. Eine Kühlmittelversorgung lässt sich über entsprechende Spalte **50**, **52** gewährleisten.

[0125] Die Montage lässt sich auf einfache Weise durchführen. Beispielsweise werden die Heißkammerwand **16**, die Schale **32** und der Mantel **28** bei der Montage lösbar ineinandergeschoben und es erfolgt dann eine Fixierung durch Flansche wie den Halteflansch **74** und den Stirnflansch **92**. Dadurch können die entsprechenden Bauteile separat hergestellt werden. Bei Beschädigung eines Bauteils muss nicht die gesamte Heißkammer entsorgt werden, sondern das entsprechende Bauteil kann ausgetauscht werden.

[0126] Durch die Schale **32**, **72** lässt sich die Heißkammerwand **16** nach innen und/oder nach außen einfassen. Dadurch lässt sich die Heißkammerwand **16** zentrieren, wobei eine Dehnung erlaubt ist. Die Schale **32**, **70** stellt eine Art eines "flexiblen Käfigs" für die Heißkammerwand **16**, **58** dar, wobei eine Fluiddichtigkeit bzw. Diffusionssperre bereitgestellt ist.

[0127] Es lässt sich dabei das Entstehen von Wärmebrücken nach außen bzw. nach innen verhindern. Durch die Spalte **50**, **52** ist die Schale **32**, **70** gewissermaßen schwimmend an der Heißkammerwand **16** gelagert.

Patentansprüche

1. Heißkammer, umfassend mindestens einen Heißraum (**12**; **56**), mindestens eine Heißkammerwand (**16**; **58**), welche den Heißraum (**12**; **56**) begrenzt, und mindestens eine Hüllenstruktur (**26**; **60**), welche eine Heißkammerwand (**16**; **58**) umgibt und/oder von einer Heißkammerwand umgeben ist, **dadurch gekennzeichnet**, dass zwischen der Heißkammerwand (**16**; **58**) und der Hüllenstruktur (**26**; **60**) eine Schale (**32**; **70**) angeordnet ist, welche mindes-

tens in Teilbereichen an der Heißkammerwand (**16; 58**) und an der Hüllenstruktur (**26; 60**) anliegt, und dass die Schale (**32; 70**) so ausgebildet ist, dass sie in einer Abstandsrichtung (**34**) zwischen der Heißkammerwand (**16; 58**) und der Hüllenstruktur (**26; 60**) und in einer Querrichtung (**36**) zu dieser Abstandsrichtung (**34**) dehnbar ist.

2. Heißkammer nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass die Schale (**32; 70**) aufgrund thermischer und/oder mechanischer Belastung dehnbar ist.

3. Heißkammer nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass die Schale (**32; 70**) elastisch ausgebildet ist.

4. Heißkammer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schale (**32; 70**) die Heißkammerwand (**16; 58**) umgibt oder von dieser umgeben ist.

5. Heißkammer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schale (**32; 70**) umfänglich geschlossen ist.

6. Heißkammer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schale (**32; 70**) aus einem metallischen Material hergestellt ist.

7. Heißkammer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schale (**32; 70**) erste Querstege (**38**) und zweite Querstege (**40**) aufweist, welche in der Abstandsrichtung (**34**) zwischen der Heißkammerwand (**16; 58**) und der Hüllenstruktur (**26; 60**) beabstandet sind und welche quer zu dieser Abstandsrichtung (**34**) orientiert sind.

8. Heißkammer nach Anspruch 7, dadurch gekennzeichnet, dass ein erster Quersteg (**38**) und ein benachbarter zweiter Quersteg (**40**) aufgrund thermischer Dehnung relativ zueinander in der Abstandsrichtung (**34**) und quer zur Abstandsrichtung (**34**) beweglich sind.

9. Heißkammer nach Anspruch 7 oder 8, dadurch gekennzeichnet, dass benachbarte erste Querstege (**38**) und zweite Querstege (**40**) in der Querrichtung (**36**) zur Abstandsrichtung (**34**) versetzt zueinander sind.

10. Heißkammer nach einem der Ansprüche 7 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass benachbarte erste Querstege (**38**) und zweite Querstege (**40**) über jeweilige Verbindungsstege (**44**) verbunden sind.

11. Heißkammer nach Anspruch 10, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen benachbarten Verbindungsstegen (**44**), welche an einem ersten Quersteg

(**38**) angeordnet sind, ein Freiraum (**46**) gebildet ist.

12. Heißkammer nach Anspruch 10 oder 11, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen benachbarten Verbindungsstegen (**44**), welche an einem zweiten Quersteg (**40**) angeordnet sind, ein Freiraum (**48**) gebildet ist.

13. Heißkammer nach einem der Ansprüche 9 bis 12, dadurch gekennzeichnet, dass ein Verbindungssteg (**44**) mindestens näherungsweise in der Abstandsrichtung (**34**) zwischen der Heißkammerwand (**16; 58**) und der Hüllenstruktur (**26; 60**) orientiert ist.

14. Heißkammer nach einem der Ansprüche 7 bis 13, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der ersten Querstege (**38**) und der zweiten Querstege (**40**) jeweils kleiner ist als deren Abstand in der Abstandsrichtung (**34**).

15. Heißkammer nach einem der Ansprüche 10 bis 14, dadurch gekennzeichnet, dass die Dicke der Verbindungsstege (**44**) kleiner ist als der Abstand benachbarter Verbindungsstege (**44**).

16. Heißkammer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schale (**32; 70**) mäanderrförmig ausgebildet ist.

17. Heißkammer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schale (**32; 70**) fluiddicht ausgebildet ist.

18. Heißkammer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schale (**32; 70**) als Diffusionsbarriere zwischen Heißkammerwand (**16; 58**) und Hüllenstruktur (**26; 60**) ausgebildet ist.

19. Heißkammer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen der Schale (**32; 70**) und der Heißkammerwand (**16; 58**) und/oder der Hüllenstruktur (**26; 60**) Spalte (**50, 52; 48**) gebildet sind.

20. Heißkammer nach Anspruch 19, dadurch gekennzeichnet, dass in axialer Richtung durchgehende Spalte (**50, 52**) zur Kühlmittelbeaufschlagung der Heißkammerwand (**16; 58**) gebildet sind.

21. Heißkammer nach Anspruch 19 oder 20, dadurch gekennzeichnet, dass Spalte (**48; 50; 52**) zur thermischen Entkopplung von Schale (**32; 70**) und Heißkammerwand (**16; 58**) und/oder Hüllenstruktur (**26; 60**) gebildet sind.

22. Heißkammer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Schale (**32; 70**) über die axiale Länge der Heißkam-

merwand (**16; 58**) erstreckt.

23. Heißkammer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schale (**32; 70**) der Kontur der Heißkammerwand (**16; 58**) folgt.

24. Heißkammer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Heißkammerwand (**16; 58**) porös ausgebildet ist.

25. Heißkammer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Heißkammerwand (**16; 58**) der Hüllenstruktur (**26; 60**) zugewandt eine mäanderförmige Außenkontur (**20**) aufweist.

26. Heißkammer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Heißkammerwand (**16; 58**) aus einem faserverstärkten Material hergestellt ist.

27. Heißkammer nach Anspruch 26, dadurch gekennzeichnet, dass die Heißkammerwand (**16; 58**) aus C/C hergestellt ist.

28. Heißkammer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hüllenstruktur (**26; 60**) aus einem metallischen Material hergestellt ist.

29. Heißkammer nach einem der Ansprüche 1 bis 27, dadurch gekennzeichnet, dass die Hüllenstruktur (**26; 60**) aus einem Faserverbundwerkstoff hergestellt ist.

30. Heißkammer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Hüllenstruktur als Mantel (**28; 60**) ausgebildet ist.

31. Heißkammer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens ein Halteflansch (**74**) und mindestens ein Stirnflansch (**92**) vorgesehen sind, welche miteinander fixiert sind.

32. Heißkammer nach Anspruch 31, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Halteflansch (**74**) so ausgebildet ist, dass er in axialer Richtung zu einer Stirnseite (**90**) der Heißkammer an der Schale (**70**) anliegt.

33. Heißkammer nach Anspruch 31 oder 32, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Halteflansch (**74**) an der Schale (**70**) angeordnet ist.

34. Heißkammer nach Anspruch 33, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Halteflansch (**74**) die Schale (**70**) umgibt.

35. Heißkammer nach einem der Ansprüche 31 bis 34, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Stirnflansch (**92**) an einer Stirnseite (**90**) der Heißkammer anliegt.

36. Heißkammer nach einem der Ansprüche 31 bis 35, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Halteflansch (**74**), die Schale (**70**) und der mindestens eine Stirnflansch (**92**) axial miteinander verspannt sind.

37. Heißkammer nach einem der Ansprüche 31 bis 36, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen einer Stirnseite (**90**) der Schale (**70**) und dem mindestens einen Stirnflansch (**94**) mindestens eine Dichtung (**108, 110, 112, 114**) angeordnet ist.

38. Heißkammer nach Anspruch 37, dadurch gekennzeichnet, dass die mindestens eine Dichtung (**108, 110, 112, 114**) unter axialer Spannung steht.

39. Heißkammer nach Anspruch 37 oder 38, dadurch gekennzeichnet, dass zwischen dem mindestens einen Stirnflansch (**94**) und der Schale (**70**) mindestens eine Foliendichtung (**108, 110**) angeordnet ist.

40. Heißkammer nach einem der Ansprüche 37 bis 39, dadurch gekennzeichnet, dass mindestens eine Dichtung (**114**) vorgesehen ist, welche vorgespannt ist.

41. Heißkammer nach Anspruch 40, dadurch gekennzeichnet, dass die Dichtung (**114**) durch einen Kühlmittelreservoirdruck beaufschlagbar ist.

42. Heißkammer nach einem der Ansprüche 31 bis 41, dadurch gekennzeichnet, dass der mindestens eine Stirnflansch (**94**) mindestens eine Haltenase (**98; 100**) aufweist, durch welche die Beweglichkeit der Schale (**70**) in der Abstandsrichtung (**82**) zwischen der Hüllenstruktur (**60**) und der Heißkammerwand (**58**) gesperrt ist.

43. Heißkammer nach einem der Ansprüche 31 bis 42, dadurch gekennzeichnet, dass durch den mindestens einen Stirnflansch (**94**) eine Aufnahme (**128**) für ein Anschlusselement (**126**) gebildet ist oder dass ein Anschlusselement an dem mindestens einen Stirnflansch gebildet ist oder ein Anschlusselement mit dem Stirnflansch verbindbar ist.

44. Heißkammer nach einem der vorangehenden Ansprüche, dadurch gekennzeichnet, dass die Schale (**32; 70**) in Richtung zu der Heißkammerwand (**16; 58**) hin oder in Richtung von der Heißkammerwand (**16; 58**) weg druckbeaufschlagt ist.

45. Heißkammer nach einem der vorangehenden Ansprüche, gekennzeichnet durch eine Ausbildung

als Brennkammer.

46. Verwendung einer Heißkammer gemäß einem der vorangehenden Ansprüche in einem Wärmetauscher.

47. Verwendung einer Heißkammer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 45 in einer Speichervorrichtung.

48. Verwendung einer Heißkammer gemäß einem der Ansprüche 1 bis 45 als Brennkammer.

Es folgen 10 Blatt Zeichnungen

FIG.1

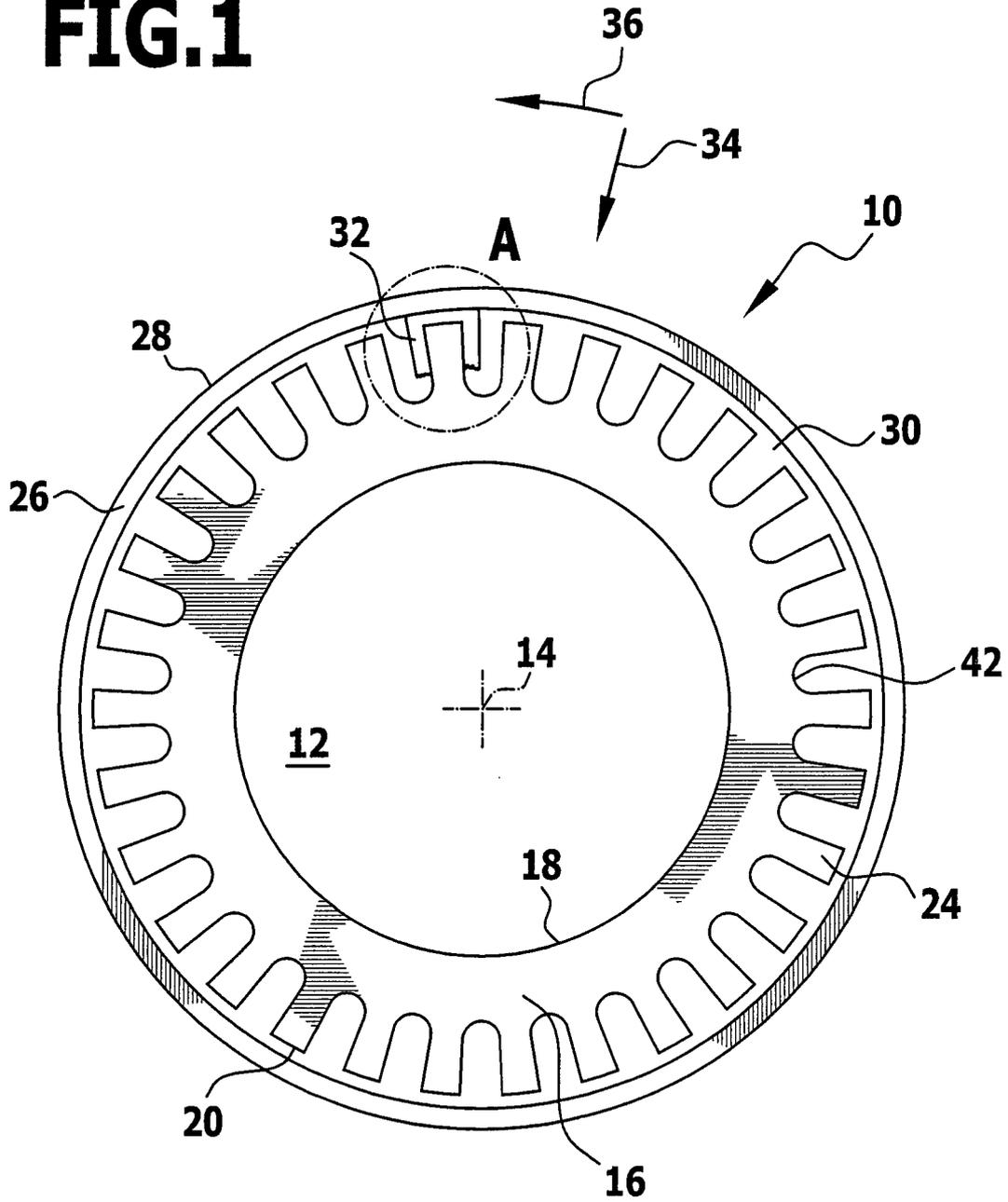


FIG.3

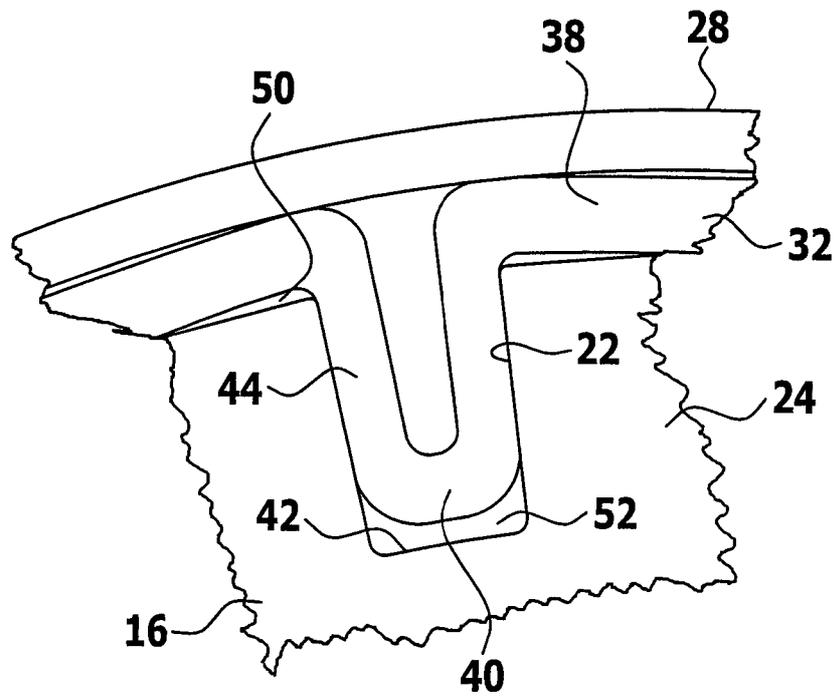


FIG.4a

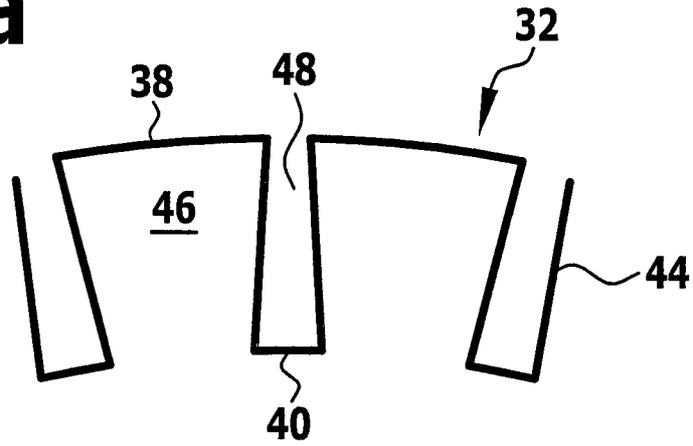


FIG.4b

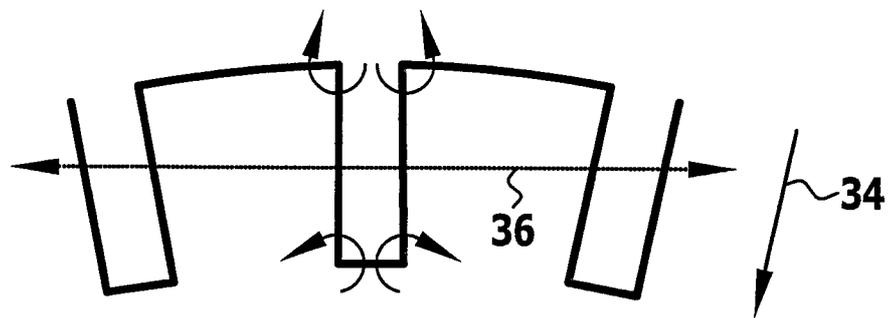


FIG.5

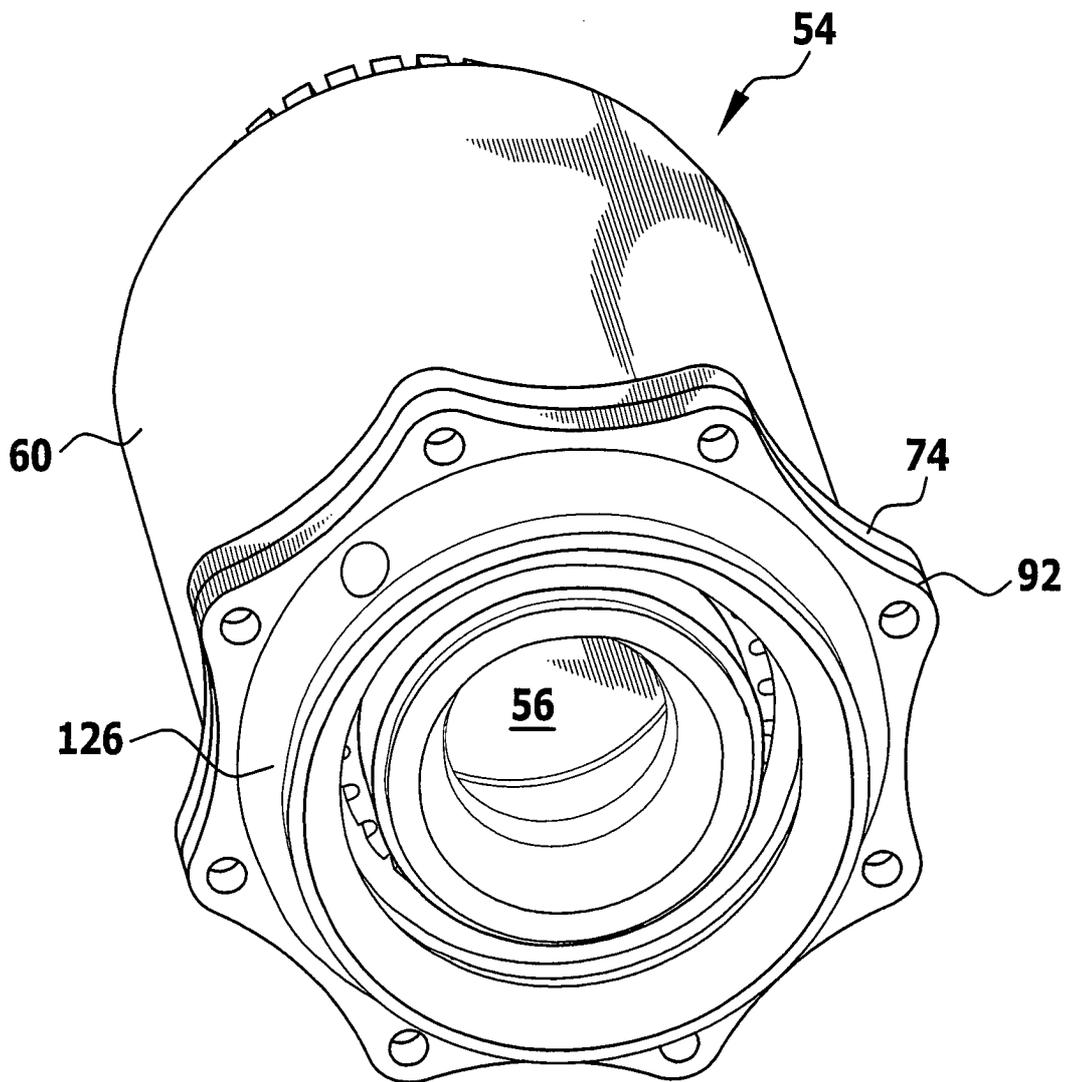


FIG.6

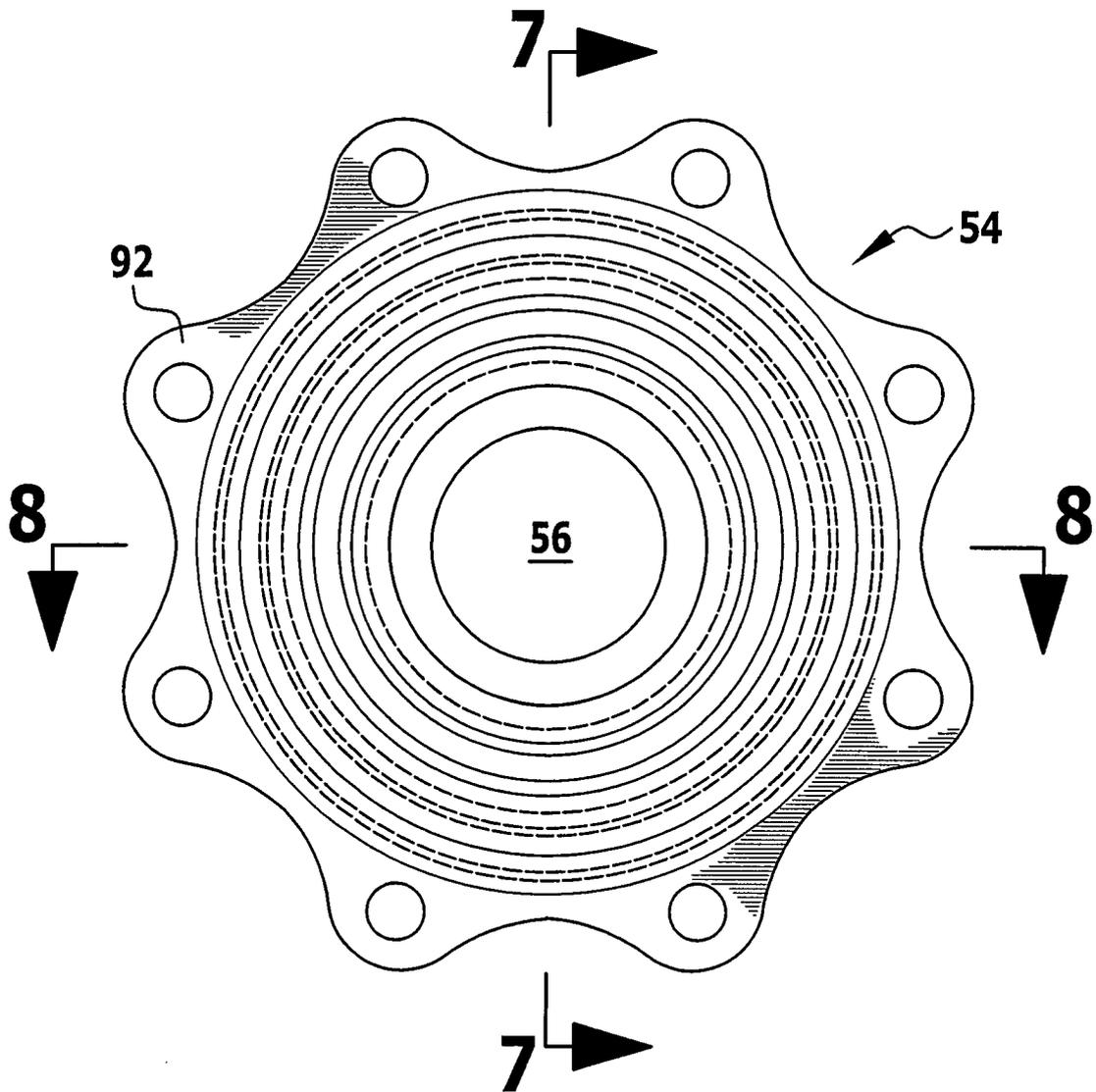
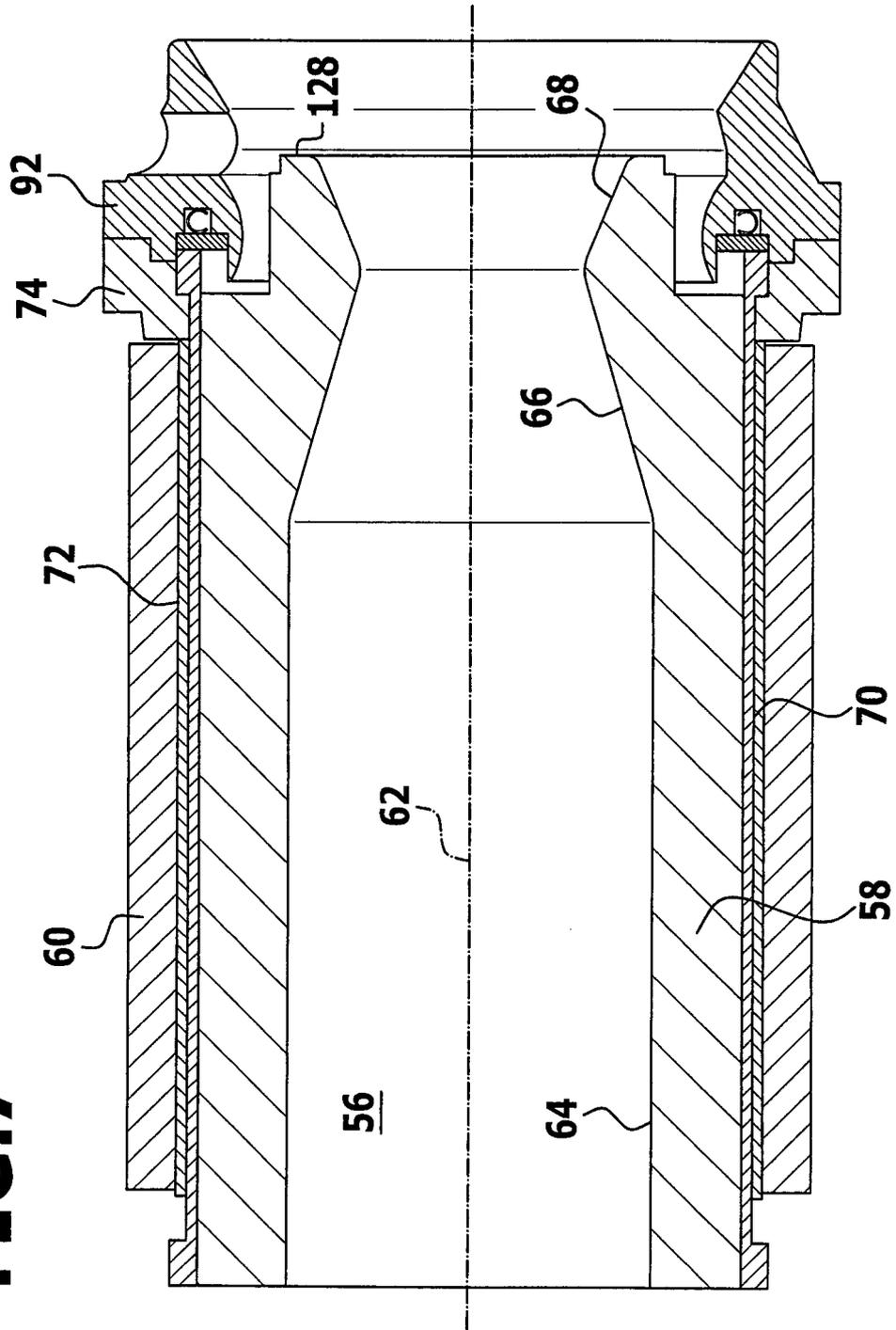
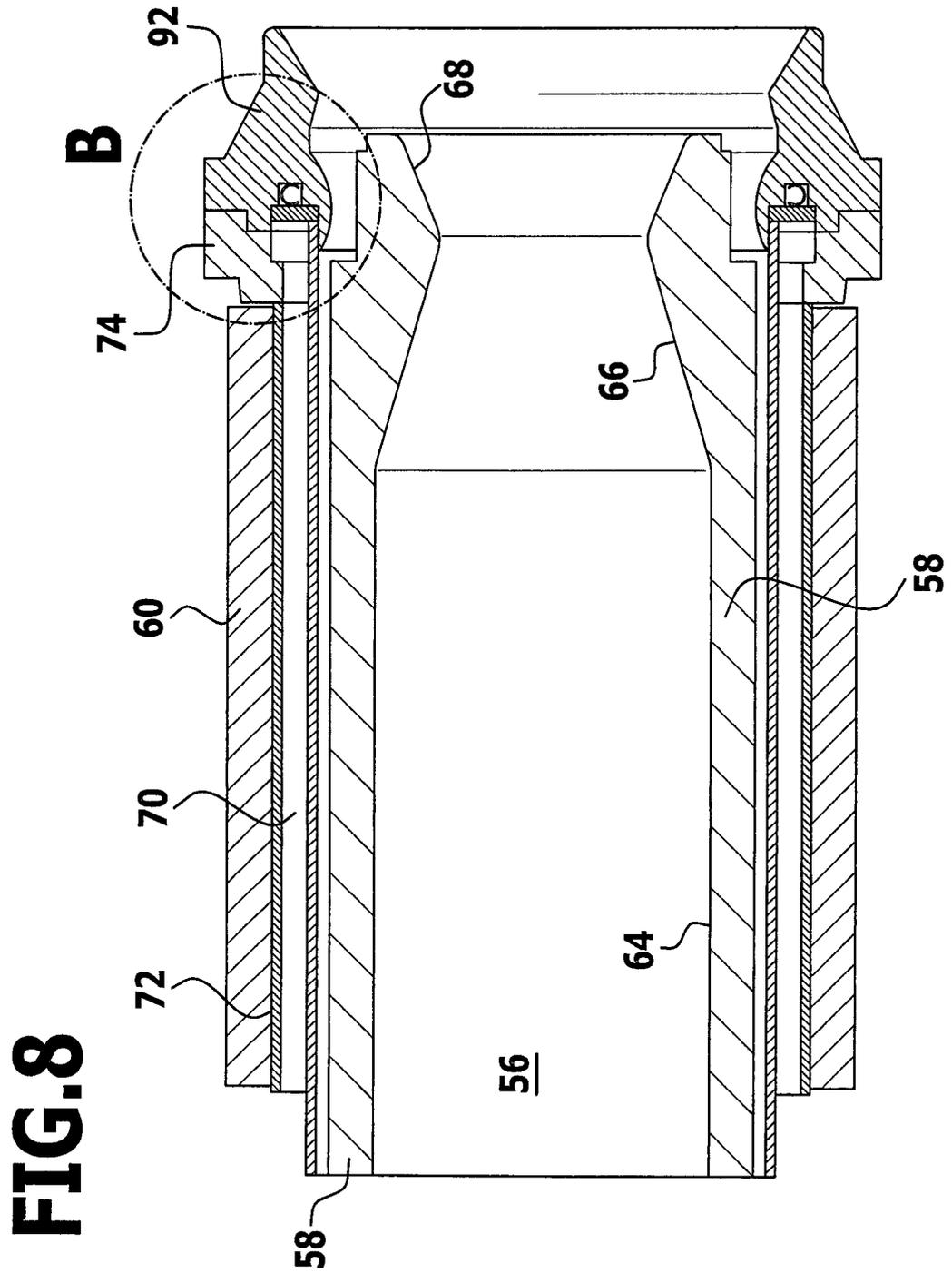


FIG.7





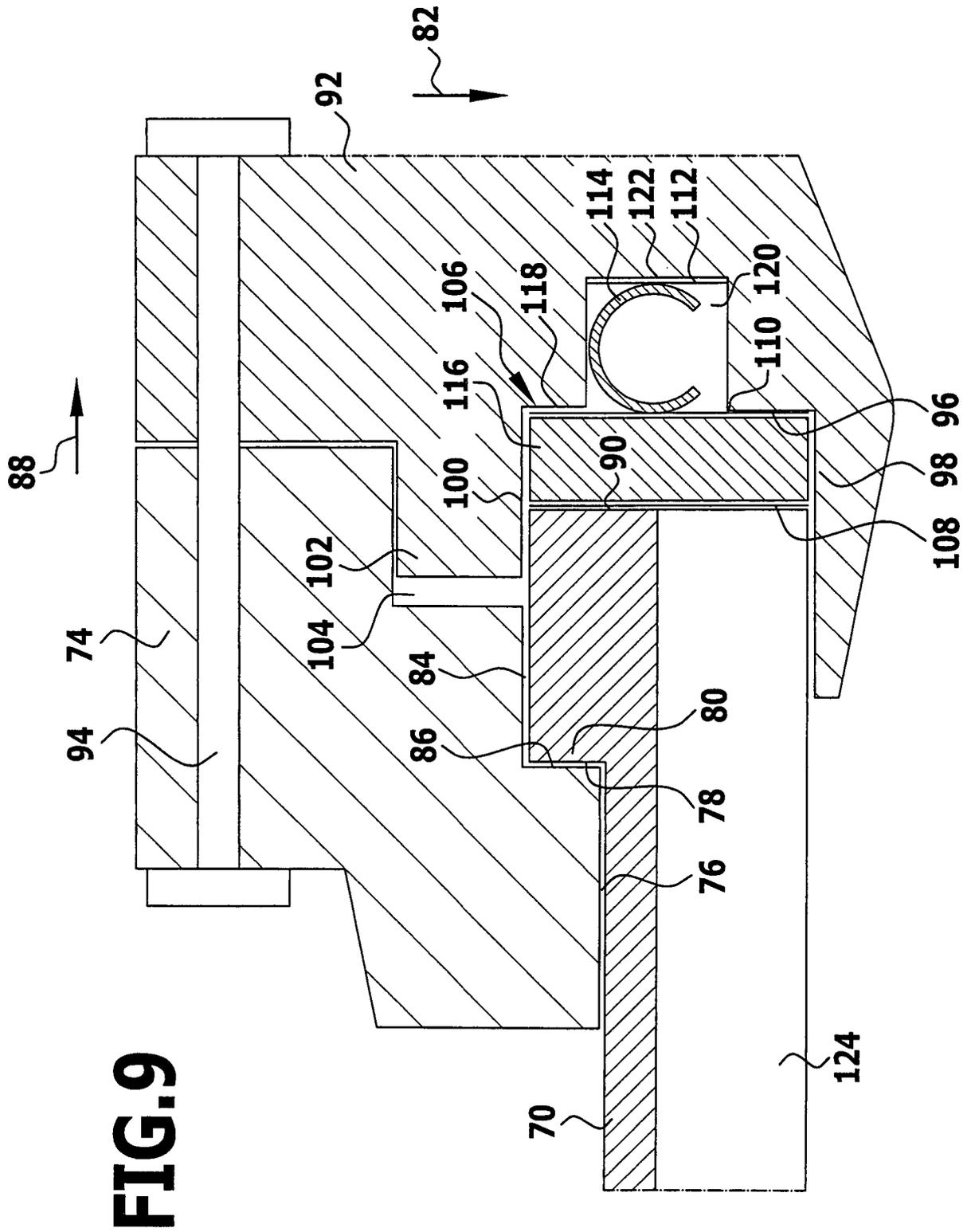


FIG.10

