



(12) **Offenlegungsschrift**

(21) Aktenzeichen: **10 2011 008 921.7**

(22) Anmeldetag: **19.01.2011**

(43) Offenlegungstag: **19.07.2012**

(51) Int Cl.: **F02K 1/04 (2006.01)**

F02C 7/24 (2006.01)

F02K 1/44 (2006.01)

(71) Anmelder:
**Rolls-Royce Deutschland Ltd & Co KG, 15827,
Blankenfelde-Mahlow, DE**

(74) Vertreter:
Hoefer & Partner, 81543, München, DE

(72) Erfinder:
Todorovic, Predrag, 10437, Berlin, DE

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

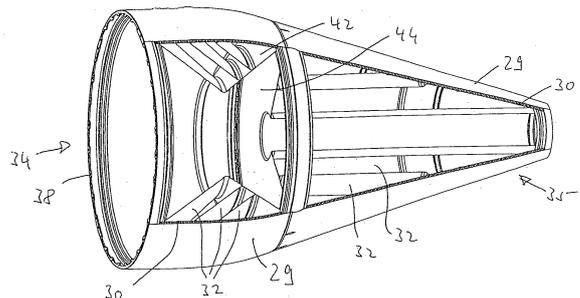
| | | |
|-----------|-------------------------|-----------|
| DE | 28 56 917 | A1 |
| DE | 698 15 961 | T2 |
| US | 2004 / 0 076 512 | A1 |
| US | 2007 / 0 272 477 | A1 |
| US | 2009 / 0 014 234 | A1 |
| US | 2009 / 0 019 857 | A1 |
| US | 2010 / 0 012 423 | A1 |
| US | 2010 / 0 192 590 | A1 |
| US | 2011 / 0 167 785 | A1 |
| US | 4 064 961 | A |
| US | 3 721 389 | A |

Rechercheantrag gemäß § 43 Abs. 1 Satz 1 PatG ist gestellt.

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

(54) Bezeichnung: **Gasturbinenabgaskonus**

(57) Zusammenfassung: Die vorliegende Erfindung bezieht sich auf einen Gasturbinenabgaskonus mit einer Außenwandung 29, welche mit einer Vielzahl von Ausnehmungen versehen ist, mit einer an der Innenseite der Außenwandung 29 angeordneten Wabenstrukturschicht 30, welche sich entlang der Innenseite der Außenwandung 29 erstreckt, mit einer sich im Wesentlichen parallel zur Außenwandung 29 erstreckenden, mit der Wabenstruktur 30 verbundenen Innenwandung 31, mit zumindest einer an die Innenwandung 31 angrenzenden und zu einer zentrischen Achse 1 zentrierten Ringkammer 32, wobei die Innenwandung 31 mit Durchgangsausnehmungen 33 versehen ist, welche den Bereich der Wabenstruktur 30 mit der Ringkammer 32 verbinden.



Beschreibung

[0001] Die Erfindung bezieht sich auf einen Gasturbinenabgaskonus, welcher am Ausströmbereich einer Gasturbine angeordnet ist.

[0002] Bei Gasturbinen für Flugzeugtriebwerken ist es erforderlich, das Geräuschniveau zu senken. Zu diesem Zweck sind auch unterschiedliche Maßnahmen bekannt, um das aus einer Abströmdüse stromab der Turbine austretende Gasstrahlgeräusch zu minimieren.

[0003] Aus dem Stand der Technik ist es bekannt, niedrige Frequenzen, die sich insbesondere bei Triebwerken mit Magerverbrennung ergeben, zu dämpfen. Eine Geräuschkämpfung erfolgt dabei über einen Helmholtz-Resonator. Es ist bekannt, in dem Anströmbereich des Abgaskonus einen derartigen Helmholtz-Resonator auszubilden, während der stromab liegende Endbereich des Abgaskonus lediglich als geometrischer Körper ausgebildet ist. Bekannte Helmholtz-Resonatoren werden dabei als System von radialen Wänden und inneren zylindrischen Führungen ausgestaltet und in Abhängigkeit von den Frequenzen dimensioniert.

[0004] Bei den bekannten Konstruktionen erweist es sich als nachteilig, dass diese im Hinblick auf die auftretenden Gastemperaturen mechanisch stark belastet sind und deshalb Verstärkungselemente erfordern. Dies führt zu einer ein relativ hohes Gewicht aufweisenden Konstruktion, auch bedingt durch unterschiedliche Wandungen und Versteifungselemente. Zusätzlich ergibt sich eine sehr aufwendige Fertigung. Die Herstellungskosten werden auch noch durch interne Akustik-Maßnahmen (Perforationen oder Ähnliches) erhöht. Auch die axiale Länge eines derartigen Resonators erfordert einen erheblichen Bauraum und bringt zusätzliches Gewicht.

[0005] Die aus dem Stand der Technik bekannten Konstruktionen weisen im vorderen Teil des Gasturbinenabgaskonus (die Begriffe "vordere" und "hintere" beziehen sich jeweils auf die Durchströmungsrichtung des Gasturbine) eine starre Konstruktion auf, welche nach dem Helmholtz-Resonator-Prinzip arbeitet. Eine derartige Konstruktion zeigt beispielsweise die US 2010/0012423 A1. Dort sind starre Wände vorgesehen, welche den Nachteil bringen, dass sich zum einen eine schlechte Dämpfung ergibt und dass die Gesamtkonstruktion aufwendig und teuer in der Herstellung ist. Ein weiterer Nachteil besteht darin, dass durch die thermischen Expansionen erhebliche Rissgefahren bestehen.

[0006] Eine ähnliche Konstruktion zeigt die US 2007/0272477 A1. Auch dort sind starre radiale und axiale Trennwände vorgesehen, welche einzelne Kammern begrenzen. Die Gesamtkonstruktion

ist sehr aufwendig in der Herstellung und anfällig für Thermospannungsrisse.

[0007] Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde, einen Gasturbinenabgaskonus der eingangs beschriebenen Art zu schaffen, welcher bei einfachem Aufbau und hoher Dämpfungswirkung kostengünstig herstellbar ist und ein geringes Gewicht aufweist.

[0008] Erfindungsgemäß wird die Aufgabe durch die Merkmalskombination des Anspruchs 1 gelöst, die Unteransprüche zeigen weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung.

[0009] Erfindungsgemäß ist somit vorgesehen, dass der Gasturbinenabgaskonus eine Außenwandung und eine Innenwandung umfasst, welche sich im Wesentlichen parallel zueinander erstrecken und zwischen denen eine Wabenstrukturschicht angeordnet ist. Diese Wabenstrukturschicht dient insbesondere zur Absorption oder Dämpfung von hohen Frequenzen.

[0010] Weiterhin ist erfindungsgemäß vorgesehen, dass radial innerhalb der Innenwandung zumindest eine Ringkammer vorgesehen ist, welche zu einer Mittelachse des Gasturbinenabgaskonus, welche mit der Triebwerksachse der Gasturbine identisch ist, zentriert ist.

[0011] Der erfindungsgemäße Gasturbinenabgaskonus zeichnet sich durch eine Reihe erheblicher Vorteile aus.

[0012] Beim Stand der Technik ist eine Vielzahl von Trennwänden vorgesehen, die jeweils unterschiedliche Betriebstemperaturen aufweisen und somit zu einer erheblichen Materialbelastung führen. Aus diesem Grunde sind die bisher bekannten Konstruktionen sehr dickwandig ausgebildet. Im Gegensatz hierzu ist erfindungsgemäß zumindest eine Ringkammer ausgebildet, deren Wandungen elastisch gelagert werden können, da die Wandungen der Ringkammer keine Kräfte zu übertragen haben. Die Stabilität der Gesamtkonstruktion ergibt sich nicht aus den Trennwänden der Ringkammern.

[0013] Ein weiterer Vorteil der erfindungsgemäßen Konstruktion liegt darin, dass die Wabenstrukturschicht sich an der gesamten äußeren Wandung des Gasturbinenabgaskonus erstrecken kann, so dass sich ein hohes Maß an Schallabsorption ergibt.

[0014] Unter "Wabenstruktur" ist im Sinne der Erfindung eine bienenwabenähnliche Konstruktion zu verstehen, wobei die Waben nicht zwingend einen sechseckigen Querschnitt haben müssen. Sie können vielmehr auch rund sein. Entscheidend ist, dass die benachbarten Volumina der Waben jeweils zu-

einander versetzt sind, um eine dichtestmögliche Packung zu erreichen.

[0015] Durch die erfindungsgemäß vorgesehene zumindest eine Ringkammer ist es möglich, die Schalldämpfung oder Schallabsorption tieferer Frequenzen gezielt vorzunehmen. Die Volumina und Längen der einzelnen Ringkammern können entsprechend optimiert werden. Erfindungsgemäß ergibt sich somit eine leichte und kompakte Bauweise des Gasturbinenabgaskonus bzw. des akustischen Absorbers.

[0016] Erfindungsgemäß ist es besonders günstig, wenn mehrere Ringkammern vorgesehen sind und jede der Ringkammern über eine Schalleintrittsöffnung verfügt. Somit kann durch die jeweilige Ringkammer ein Helmholtz-Resonator gebildet werden, der an einem bestimmten Frequenzbereich angepasst und für diesen optimiert ist. Erfindungsgemäß ist es somit nicht erforderlich, aufwendige axiale oder gedrehte Wandungen vorzusehen, so wie dies aus dem Stand der Technik bekannt ist. Hierdurch ergeben sich erfindungsgemäß Vorteile hinsichtlich der unterschiedlichen thermischen Ausdehnung verschiedener Bereiche des Gasturbinenabgaskonus sowie der sich daraus ergebenden Dichtungsprobleme.

[0017] In besonders günstiger Ausgestaltung der Erfindung ist vorgesehen, dass der Gasturbinenabgaskonus einen in Strömungsrichtung vorne liegenden Vorderteil und einen anschließenden Hinterteil umfasst, in welchen jeweils zumindest eine der Ringkammern angeordnet ist. Somit kann der Gasturbinenabgaskonus den in der Praxis auftretenden Frequenzbereichen und deren Zuordnung in axialer Richtung angepasst werden.

[0018] Besonders günstig ist es, wenn konzentrisch zueinander mehrere Ringkammern vorgesehen sind, welche jeweils mit zumindest einem Teil ihres Volumens an die Innenwandung angrenzen. Diese mehreren Ringkammern können entweder in Axialrichtung oder geneigt hierzu vorgesehen sein. Erfindungsgemäß ergeben sich somit unterschiedlichste Ausgestaltungsvarianten, welche eine optimierte Anpassung an die jeweiligen Betriebsverhältnisse ermöglichen.

[0019] Von besonderem Vorteil ist erfindungsgemäß, dass die jeweilige Ringkammer zumindest eine Trennwand umfasst, welche elastisch an dem Gasturbinenabgaskonus gelagert ist. Hierdurch werden thermische Belastungen durch unterschiedliche thermische Ausdehnungen vermieden.

[0020] Weiterhin ist es vorteilhaft, wenn die Ringkammer durch eine Abschlusswand begrenzt ist, welche bevorzugt mit einer Schalldurchtrittsöffnung versehen ist und/oder mit einer Wabenstruktur versehen

ist. Hierdurch kann eine zusätzliche Dämpfung und Schallabsorption erfolgen.

[0021] Die Öffnungen, durch welche Schallwellen von der Wabenstrukturschicht oder von der Außenseite des Gasturbinenabgaskonus in die zumindest eine Ringkammer gelangen, ist bevorzugterweise in einem Winkel zu der Ebene dieser Wandung angeordnet. Hierdurch ergibt sich eine größere Länge der Schalldurchtrittsöffnung, durch welche die Schalldämpfung verbessert wird.

[0022] Erfindungsgemäß ist es besonders vorteilhaft, wenn die Ringkammern zueinander und zu einem verbleibenden Innenvolumen des Gasturbinenabgaskonus abgeschlossen sind.

[0023] Im Folgenden wird die Erfindung anhand von Ausführungsbeispielen in Verbindung mit der Zeichnung beschrieben. Dabei zeigt:

[0024] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines Gasturbinenriebwerks gemäß der vorliegenden Erfindung,

[0025] [Fig. 2](#) eine vereinfachte Axialschnittansicht eines Ausführungsbeispiels des erfindungsgemäßen Gasturbinenabgaskonus,

[0026] [Fig. 3](#) eine perspektivische Ansicht, teils im Schnitt, analog [Fig. 2](#),

[0027] [Fig. 4](#) eine perspektivische Teil-Schnittansicht des Vorderteils des in den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) gezeigten Gasturbinenabgaskonus,

[0028] [Fig. 5](#) eine vergrößerte Teil-Schnittansicht des Vorderteils, analog [Fig. 2](#),

[0029] [Fig. 6](#) eine vergrößerte Detailansicht gemäß [Fig. 5](#), und

[0030] [Fig. 7](#) eine perspektivische Teil-Schnittansicht des Hinterteils des erfindungsgemäßen Gasturbinenabgaskonus.

[0031] Das Gasturbinenriebwerk **10** gemäß [Fig. 1](#) ist ein Beispiel einer Turbomaschine, bei der die Erfindung Anwendung finden kann. Aus dem Folgenden wird jedoch klar, dass die Erfindung auch bei anderen Turbomaschinen verwendet werden kann. Das Riebwerk **10** ist in herkömmlicher Weise ausgebildet und umfasst in Strömungsrichtung hintereinander einen Lufteinlass **11**, einen in einem Gehäuse umlaufenden Fan **12**, einen Zwischendruckkompressor **13**, einen Hochdruckkompressor **14**, Brennkammern **15**, eine Hochdruckturbine **16**, eine Zwischendruckturbine **17** und eine Niederdruckturbine **18** sowie eine Abgasdüse **19**, die sämtlich um eine zentrale Riebwerksachse **1** angeordnet sind.

[0032] Der Zwischendruckkompressor **13** und der Hochdruckkompressor **14** umfassen jeweils mehrere Stufen, von denen jede eine in Umfangsrichtung verlaufende Anordnung fester stationärer Leitschaufeln **20** aufweist, die allgemein als Statorschaufeln bezeichnet werden und die radial nach innen vom Triebwerksgehäuse **21** in einem ringförmigen Strömungskanal durch die Kompressoren **13**, **14** vorstehen. Die Kompressoren weisen weiter eine Anordnung von Kompressorlaufschaufeln **22** auf, die radial nach außen von einer drehbaren Trommel oder Scheibe **26** vorstehen, die mit Naben **27** der Hochdruckturbine **16** bzw. der Zwischendruckturbine **17** gekoppelt sind.

[0033] Die Turbinenabschnitte **16**, **17**, **18** weisen ähnliche Stufen auf, umfassend eine Anordnung von festen Leitschaufeln **23**, die radial nach innen vom Gehäuse **21** in den ringförmigen Strömungskanal durch die Turbinen **16**, **17**, **18** vorstehen, und eine nachfolgende Anordnung von Turbinenschaufeln **24**, die nach außen von einer drehbaren Nabe **27** vorstehen. Die Kompressortrommel oder Kompressorscheibe **26** und die darauf angeordneten Schaufeln **22** sowie die Turbinenrotornabe **27** und die darauf angeordneten Turbinenlaufschaufeln **24** drehen sich im Betrieb um die Triebwerksachse **1**.

[0034] Die [Fig. 1](#) zeigt weiterhin mit dem Bezugszeichen **28** einen Abgaskonus.

[0035] Die [Fig. 2](#) zeigt in schematischer Darstellung einen Axialschnitt durch ein Ausführungsbeispiel eines erfindungsgemäßen Gasturbinenabgaskonus. Dieser umfasst ein Vorderteil **34** sowie ein Hinterteil **35**. Gemäß der Darstellung von [Fig. 2](#) erfolgt die Strömung durch die Gasturbine von links nach rechts. Das Vorderteil **34** ist im Wesentlichen zylindrisch ausgebildet, während der Hinterteil **35** kegelförmig ist. Der Vorderteil **34** ist mittels eines Flansches **38** in üblicher Weise gelagert (siehe beispielsweise [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#)). Weiterhin sind der Vorderteil **34** und der Hinterteil **35** über Flansche **39** bzw. **40** (siehe [Fig. 4](#) und [Fig. 7](#)) in üblicher Weise verbunden.

[0036] Sowohl der Vorderteil **34** als auch der Hinterteil **35** weisen jeweils eine Außenwandung **29** auf, zu der sich parallel eine Innenwandung **31** erstreckt. Zwischen den Wandungen **29** und **31** ist eine Wabenschicht **30** ausgebildet, welche honigwabenartig ausgestaltet ist und Waben aufweist, deren Volumen sich in radialer Richtung erstreckt. Die Außenwandung **29** ist mit einer Vielzahl von Ausnehmungen versehen, beispielsweise mikro-perforiert, so dass Schallwellen durch die im Einzelnen nicht dargestellten Ausnehmungen der Außenwandung **29** in die Wabenschicht **30** eintreten und dort gedämpft werden können.

[0037] Die [Fig. 2](#) zeigt weiterhin, dass radial innerhalb der Innenwandung **31** mehrere Ringkammern

32 angeordnet sind, welche sich in einem Winkel zur zentralen Achse **1** erstrecken. Die Ringkammern sind über Durchgangsausnehmungen **33** (Schalleintrittsöffnungen) mit der Wabenschicht verbunden, so wie dies in [Fig. 6](#) in vergrößerter Darstellung gezeigt ist. Die Durchgangsausnehmungen **33** sind ebenfalls in einem Winkel zur zentralen Achse **1** angeordnet, um die wirksame Gesamtlänge der Durchgangsausnehmung **33** (Schalleintrittsöffnung) zu erhöhen.

[0038] Wie sich aus [Fig. 6](#) ergibt, ist eine Trennwand **36** (Wandung der Ringkammer **32**) mittels einer elastischen Lagerung **41** an der Innenwandung **31** gelagert. Somit werden durch thermische Ausdehnungen hervorgerufene Längenänderungen nicht in die Gesamtkonstruktion des Gasturbinenabgaskonus übertragen. Die aus dem Stand der Technik bekannten Probleme hinsichtlich Rissbildung, Überdimensionierung oder Ähnliches, entfallen vollständig.

[0039] Die [Fig. 2](#) zeigt bei dem Ausführungsbeispiel drei zueinander konzentrische Ringkammern **32** in dem Vorderteil **34**. Dies ist auch in den [Fig. 3](#) und [Fig. 4](#) verdeutlichend dargestellt. Die drei Ringkammern **32** sind, wie in [Fig. 5](#) gezeigt, mittels einer elastisch an den Trennwänden **36** befestigten vorderen Abschlusswand **42** begrenzt.

[0040] Wie sich aus den [Fig. 2](#) und [Fig. 7](#) ergibt, umfasst der konische Hinterteil **35** ebenfalls zwei zueinander konzentrische Ringkammern **32**, welche mit geeigneten Schalleintrittsöffnungen zur Umgebung bzw. zur Wabenschicht **30** hin in Verbindung stehen. Im Zentrum des Hinterteils **35** ist ein Mittelkanal **34** ausgebildet, welcher in üblicher Weise genutzt werden kann, beispielsweise zu Entlüftungszwecken.

[0041] Die [Fig. 2](#) und [Fig. 7](#) zeigen, dass die konzentrischen Ringkammern **32** durch die Art ihrer Ausgestaltung und Anordnung die Möglichkeit eröffnen, sehr große Dämpfungsvolumina zu realisieren.

[0042] Es ergibt sich, dass auch die in dem Hinterteil **35** angeordneten Ringkammern **32** hinsichtlich ihrer Trennwände **36** mittels elastischer Lagerungen **45** gelagert sind, so dass Materialbeanspruchungen durch thermische Ausdehnungen vermieden werden können. Es ergibt sich eine leichte, kostengünstig herstellbare Gesamtkonstruktion.

Bezugszeichenliste

| | |
|-----------|--------------------------------|
| 1 | Triebwerksachse/zentrale Achse |
| 10 | Gasturbinentriebwerk |
| 11 | Lufteinlass |
| 12 | im Gehäuse umlaufender Fan |
| 13 | Zwischendruckkompressor |
| 14 | Hochdruckkompressor |
| 15 | Brennkammern |
| 16 | Hochdruckturbine |

- 17 Zwischendruckturbine
- 18 Niederdruckturbine
- 19 Abgasdüse
- 20 Leitschaufeln
- 21 Triebwerksgehäuse/Verkleidung
- 22 Kompressorlaufschaufeln
- 23 Leitschaufeln
- 24 Turbinenschaufeln
- 26 Kompressortrommel oder -scheibe
- 27 Turbinenrotornabe
- 28 Abgaskonus
- 29 Außenwandung
- 30 Wabenschicht
- 31 Innenwandung
- 32 Ringkammer
- 33 Durchgangsausnehmung (Schalleintrittsöffnung)
- 34 Vorderteil
- 35 Hinterteil
- 36 Trennwand (Wandung)
- 37 Abschlusswand
- 38 Flansch
- 39 Flansch
- 40 Flansch
- 41 Elastische Lagerung
- 42 Vordere Abschlusswand
- 43 Mittelkanal
- 44 Abschlusswand
- 45 Elastische Lagerung

ZITATE ENTHALTEN IN DER BESCHREIBUNG

Diese Liste der vom Anmelder aufgeführten Dokumente wurde automatisiert erzeugt und ist ausschließlich zur besseren Information des Lesers aufgenommen. Die Liste ist nicht Bestandteil der deutschen Patent- bzw. Gebrauchsmusteranmeldung. Das DPMA übernimmt keinerlei Haftung für etwaige Fehler oder Auslassungen.

Zitierte Patentliteratur

- US 2010/0012423 A1 [\[0005\]](#)
- US 2007/0272477 A1 [\[0006\]](#)

Patentansprüche

1. Gasturbinenabgaskonus mit einer Außenwandung (29), welche mit einer Vielzahl von Ausnehmungen versehen ist, mit einer an der Innenseite der Außenwandung (29) angeordneten Wabenstrukturschicht (30), welche sich entlang der Innenseite der Außenwandung (29) erstreckt, mit einer sich im Wesentlichen parallel zur Außenwandung (29) erstreckenden, mit der Wabenstruktur (30) verbundenen Innenwandung (31), mit zumindest einer an die Innenwandung (31) angrenzenden und zu einer zentrischen Achse (1) zentrierten Ringkammer (32), wobei die Innenwandung (31) mit Durchgangsausnehmungen (33) versehen ist, welche den Bereich der Wabenstruktur (30) mit der Ringkammer (32) verbinden.

2. Gasturbinenabgaskonus nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, dass der Gasturbinenabgaskonus (28) einen in Strömungsrichtung vorne liegenden Vorderteil (34) und einen anschließenden Hinterteil (35) umfasst, in welchen jeweils zumindest eine Ringkammer (32) angeordnet ist.

3. Gasturbinenabgaskonus nach Anspruch 1 oder 2, dadurch gekennzeichnet, dass konzentrisch zueinander mehrere Ringkammern (32) vorgesehen sind, welche jeweils mit zumindest einem Teil ihres Volumens an die Innenwandung (31) angrenzen.

4. Gasturbinenabgaskonus nach einem der Ansprüche 1 bis 3, dadurch gekennzeichnet, dass die jeweilige Ringkammer (32) zumindest eine Trennwand umfasst, welche elastisch in dem Gasturbinenabgaskonus (28) gelagert ist.

5. Gasturbinenabgaskonus nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Ringkammer (32) in Axialrichtung parallel zu einer zentrischen Achse (1) des Gasturbinenabgaskonus erstreckt.

6. Gasturbinenabgaskonus nach einem der Ansprüche 1 bis 4, dadurch gekennzeichnet, dass sich die Ringkammer (32) in einem Winkel zu einer zentrischen Achse (1) des Gasturbinenabgaskonus (28) erstreckt.

7. Gasturbinenabgaskonus nach einem der Ansprüche 1 bis 6, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringkammer (32) durch eine Abschlusswand (37) begrenzt wird, welche bevorzugt mit einer Schalldurchtrittsöffnung versehen ist und/oder mit einer Wabenstruktur versehen ist.

8. Gasturbinenabgaskonus nach einem der Ansprüche 1 bis 7, dadurch gekennzeichnet, dass eine Schalldurchtrittsöffnung (33) in einem Winkel zu der Ebene der Wandung angeordnet ist.

9. Gasturbinenabgaskonus nach einem der Ansprüche 1 bis 8, dadurch gekennzeichnet, dass die Ringkammern zueinander zu einem verbleibenden Innenvolumen des Gasturbinenabgaskonus (28) abgeschlossen sind.

10. Gasturbinenabgaskonus nach einem der Ansprüche 1 bis 9, dadurch gekennzeichnet, dass die Wandungen der Wabenstrukturschicht im Wesentlichen radial angeordnet sind.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

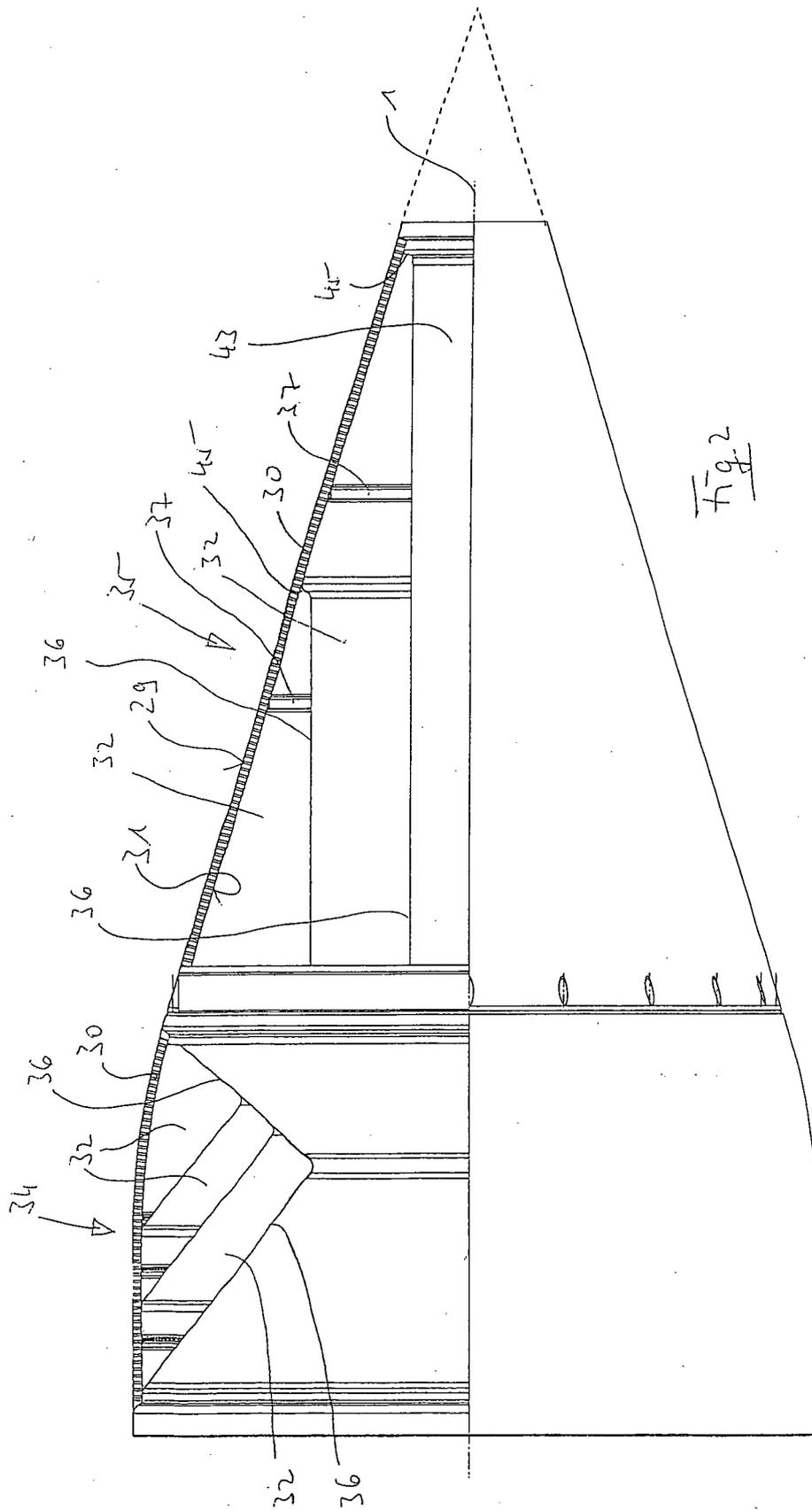
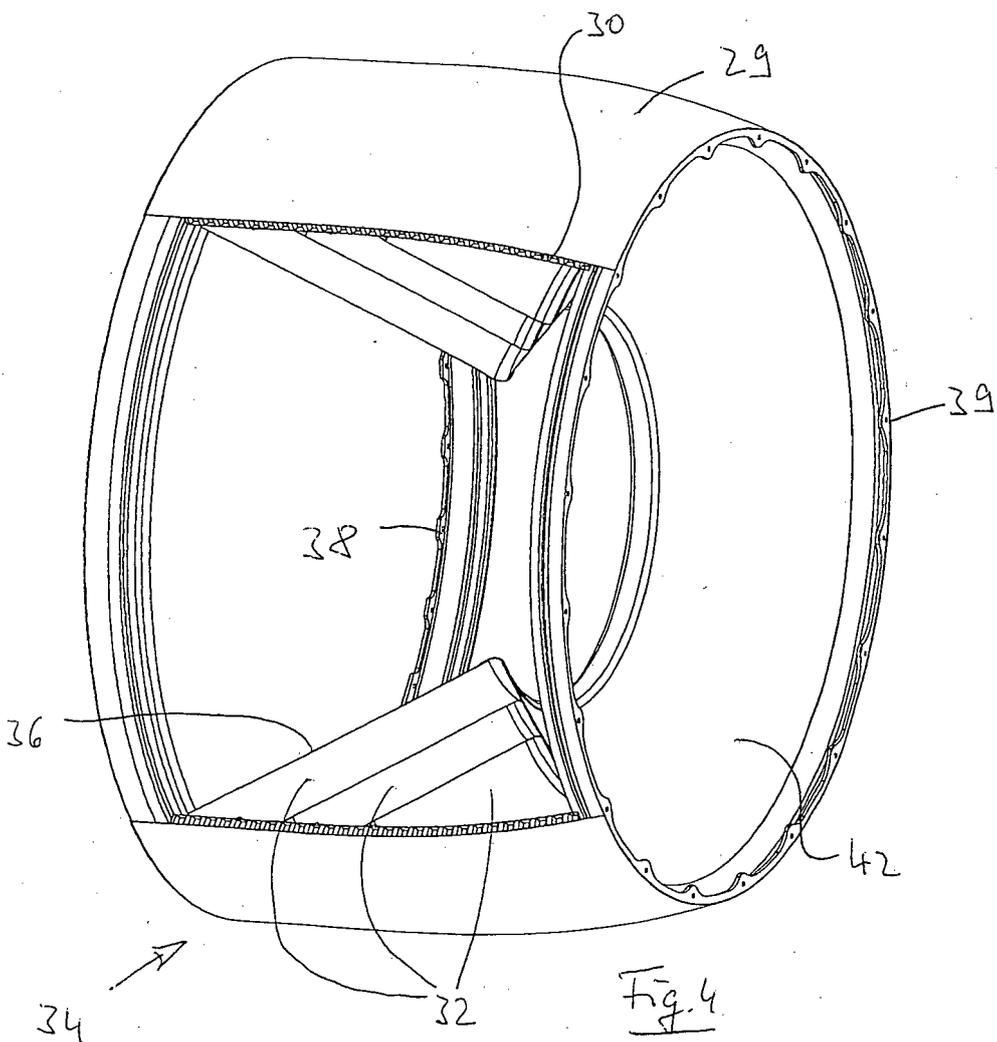
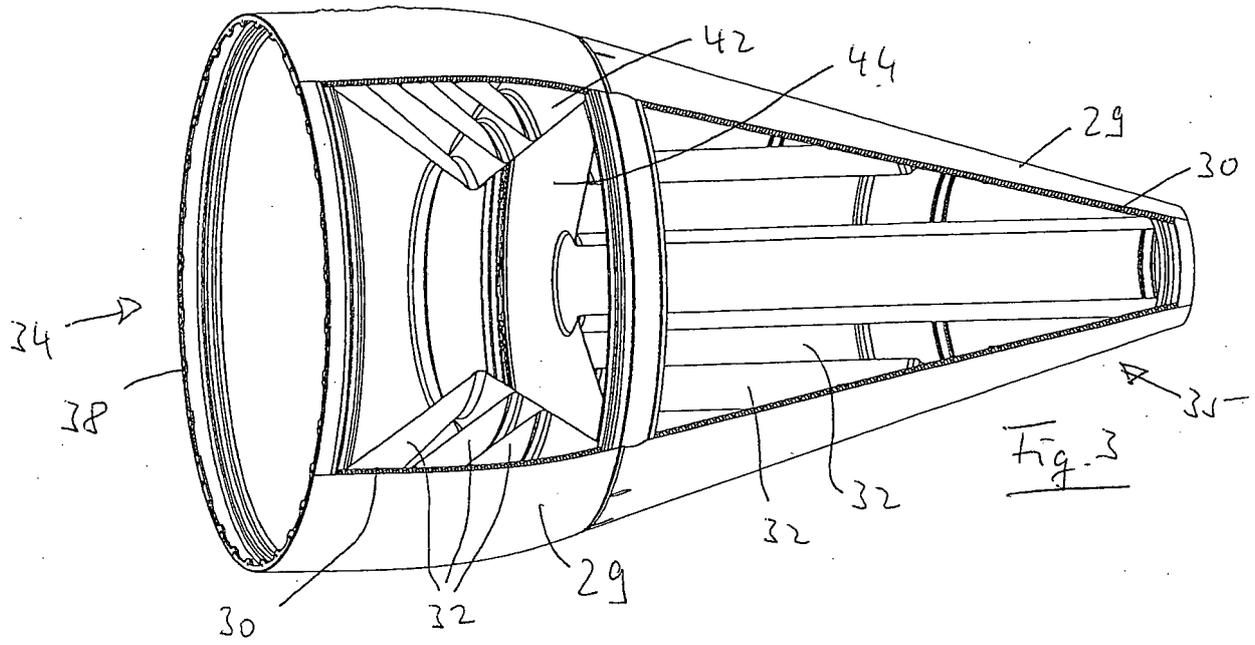


Fig. 2



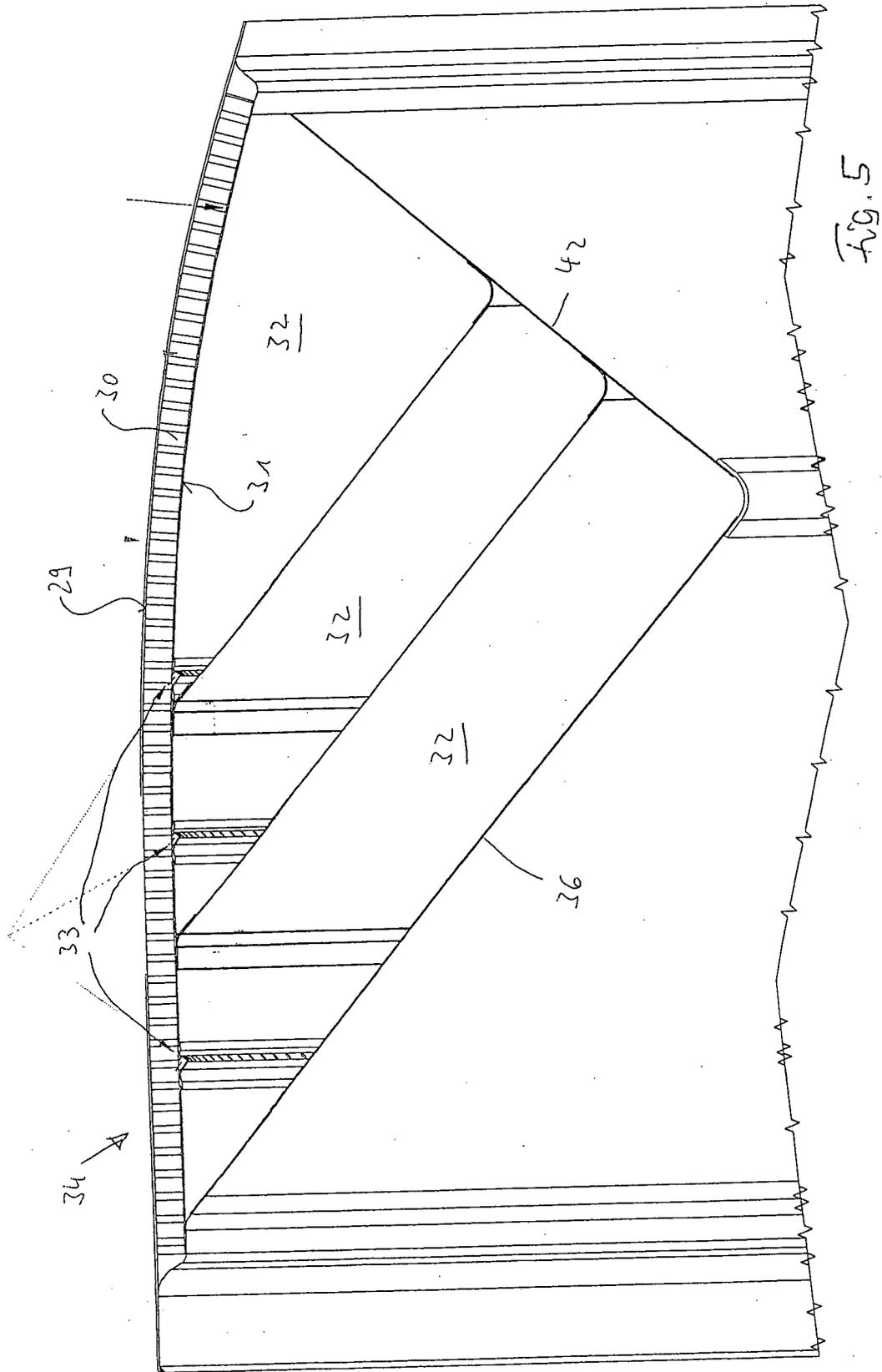


Fig. 5

