



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 29 398 T2** 2008.04.17

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 205 638 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 29 398.3**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 309 382.8**

(96) Europäischer Anmeldetag: **06.11.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **15.05.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **18.07.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **17.04.2008**

(51) Int Cl.⁸: **F01D 17/16** (2006.01)
F01D 9/04 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

710677 09.11.2000 US

(73) Patentinhaber:

General Electric Co., Schenectady, N.Y., US

(74) Vertreter:

Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT,
LI, LU, MC, NL, PT, SE, TR**

(72) Erfinder:

**Bouyer, Mark Jeffery, Reading, Massachusetts
01867, US**

(54) Bezeichnung: **Einlassleitschaufel und deren Lagerung am Innengehäuse**

Anmerkung: Innerhalb von neun Monaten nach der Bekanntmachung des Hinweises auf die Erteilung des europäischen Patents kann jedermann beim Europäischen Patentamt gegen das erteilte europäische Patent Einspruch einlegen. Der Einspruch ist schriftlich einzureichen und zu begründen. Er gilt erst als eingelegt, wenn die Einspruchsgebühr entrichtet worden ist (Art. 99 (1) Europäisches Patentübereinkommen).

Die Übersetzung ist gemäß Artikel II § 3 Abs. 1 IntPatÜG 1991 vom Patentinhaber eingereicht worden. Sie wurde vom Deutschen Patent- und Markenamt inhaltlich nicht geprüft.

Beschreibung

[0001] Diese Erfindung bezieht sich allgemein auf Gasturbinenriebwerke und im Besonderen auf Einlassleitschaufeln und Mantelringhalterungen für solche Triebwerke.

[0002] Ein Zweistrom-Gasturbinenriebwerk, welches zum Flugbetrieb eines Flugzeugs benutzt wird, umfasst typischerweise in Durchflussrichtung hintereinander angeordnet einen Bläser, einen Niederdruck-Verdichter oder Booster, einen Hochdruck-Verdichter, eine Brennkammer, eine Hochdruckturbine und eine Niederdruckturbine. Die Brennkammer erzeugt Verbrennungsgase, die anschließend zu der Hochdruckturbine geleitet werden, wo sie sich ausdehnen, um die Hochdruckturbine anzutreiben, und dann zu der Niederdruckturbine, wo sie sich weiter ausdehnen, um die Niederdruckturbine anzutreiben. Die Hochdruckturbine ist durch eine erste Rotorwelle mit dem Hochdruck-Verdichter treibend verbunden und die Niederdruckturbine ist durch eine zweite Rotorwelle sowohl mit dem Bläser als auch mit dem Booster treibend verbunden.

[0003] Der Hochdruckverdichter umfasst typischerweise eine Reihe von Leitapparatstufen, die zur Luftverdichtung für die Triebwerks- und Flugzeugnutzung benutzt werden. Die erste, dem Booster benachbarte Verdichterstufe ist die Einlass-Leitapparatstufe, die aus einer Anzahl ringförmig angeordneter, einseitig gehaltener Einlassleitschaufeln besteht. Die Einlassleitschaufeln können durch eine Steuereinheit betätigt werden, um den Luftdurchfluss für den Antrieb zu optimieren und für Zwecke der Vermeidung des Strömungsabrisses. Die Leitschaufeln sind zwischen einem Statorgehäuse und einem inneren Schaufel-Mantelring eingefasst. Das Statorgehäuse ist mit dem Triebwerksgehäuse verbunden. Der Raum zwischen dem Statorgehäuse und dem Mantelring bestimmt die Luftmenge, die durch den Hochdruck-Verdichter hindurch strömt. Der Mantelring sorgt für eine aerodynamische Strömungskanal-Begrenzung des Hochdruck-Verdichters.

[0004] In manchen Triebwerken sind sowohl die Einlassleitschaufeln als auch andere stromabwärtige Statorschaufeln durch die Verstellung einer oder mehrerer Schaufelbetätigungseinrichtungen variabel zu betätigen. Ein äußerer Lagerzapfen oder eine Spindel der Schaufel führt durch das Statorgehäuse und ist mit einem Hebelarm gekuppelt. Der Hebelarm ist mit einem Betätigungsring gekuppelt, der mit einer Schaufelbetätigung verbunden ist. Eine oder mehrere Schaufelbetätigungseinrichtungen bewirken, dass sich die Reihe ringförmig angeordneter Statorschaufeln jeder Verdichterstufe in Bewegung setzen. Die Schaufel ist in dem Statorgehäuse mit einer Kombination aus Lagerbuchsen, Unterlegscheiben und einer Mutter befestigt, die auf den äußeren Lagerzap-

fen mit einem Gewinde befestigt ist.

[0005] Die Schaufel umfasst auch einen inneren Lagerzapfen und sein Gegenstück. Dieser innere Lagerzapfen wird zur Befestigung der Schaufel an der inneren Schaufelhülle benutzt. In den meisten Fällen wird eine Anzahl von Schaufeln von einem Mantelringabschnitt gespannt und umfasst. Eine Anzahl von Mantelabschnitten ist komplett um den inneren Umfang des Verdichters herum angeordnet, um alle Schaufeln zu halten. Der innere Lagerzapfen der Schaufel ist an dem Mantelring mittels einer Lagerbuchse abnehmbar befestigt. Zusätzlich fixieren zwei Mantelringstifte, einer an jeder der inneren Lagerzapfen beider Endschaufeln eines jeweiligen Mantelringabschnitts, den Mantelringabschnitt an dem Schaufelsatz. Zum Beispiel wird ein Mantelringabschnitt, der für fünf ausgelegt ist, an den inneren Lagerzapfen dieser fünf Schaufeln durch Lagerbuchsen befestigt. Das ist der einzige Befestigungsmechanismus für die drei inneren Schaufeln. Die zwei äußeren Schaufeln des Mantelringabschnitts weisen jeweils einen modifizierten inneren Lagerzapfen oder Spindel mit einem halbkreisförmigen Ausschnitt zur Aufnahme eines Befestigungsbolzens auf. Der Befestigungsbolzen führt längs durch die Lagerbuchse und ist derart ausgelegt, um in dem halbkreisförmigen Ausschnitt des inneren Lagerzapfens umfassen zu bleiben.

[0006] Gruppen von Mantelringabschnitten sind durch eine gemeinsame Mantelringhalterung oder Dichtung aneinander gekuppelt. Die Mantelringhalterung ist ausgelegt, um Flansche oder Flügel der Mantelringvorsprünge unterhalb des inneren Lagerzapfens zu umfassen. In solchen Turbinenriebwerken, wo Mantelringhalterungen eingesetzt werden, sind diese so angeordnet, dass sie für eine Abdeckung für etwa ein Viertel des inneren Umfangs der Verdichterstufe sorgen. Also nehmen sie ungefähr 90° des inneren 360° Umfangs ein und umfassen dadurch eine Vielzahl von Mantelringabschnitten. Es ist beabsichtigt, eine Reihe von Schaufeln durch Nutzung der Mantelringabschnitte zu verknüpfen und dann eine Reihe von Mantelringabschnitten durch Nutzung eines Satzes von Mantelringhaltern zu kuppeln, um die Schaufeln enger zusammen zu bekommen. Dies, in Verbindung mit den Mantelringbolzen ist gedacht, um eine Lockerung der Schaufeln zu reduzieren, etwa so, wie die Speichen eines Fahrrades von einer Felge umfasst und befestigt werden.

[0007] Leider forcieren konstante aerodynamische Druckkräfte zusammen mit dem Betrieb von Hochdruck-Verdichtern eine Bewegung des inneren Mantelrings auf das Statorgehäuse zu. Die Belastung dieser Bewegung auf die Schaufel verursacht unterschiedliche Bewegung zwischen dem inneren Lagerzapfen der aufgesteckten Schaufeln und ihren zugeordneten Mantelringbolzen. Der Mantelringbolzen bietet sehr wenig Befestigungskontakt im Hin-

blick auf die Schaufellagerzapfen. Er kann daher nicht die aerodynamischen Belastungen und Reibung durch die Schaufelbetätigung und Triebwerksvibrationen für die gewünschte Lebenserwartung dieses Teils des Verdichters tragen. Was man daher benötigt, ist eine Anordnung der Schaufel-Mantelring-Befestigungsanordnung, die eine Befestigung der Schaufel an dem Mantelring mit reduzierter Bewegung und Abnutzung unter den zu erwartenden Betriebsbedingungen bietet. EP 780545 und US 5328327 zeigen den Stand der Technik.

[0008] Die Erfindung wird in den Ansprüchen 1 und 4 dargelegt.

[0009] Dem vorgenannten Erfordernis wird mit der vorliegenden Erfindung entsprochen, welche eine Kopplungs-Baugruppe zur Befestigung eines drehbaren Aufbaus an ein starres Gehäuse bietet. Die Kopplungs-Vorrichtung oder Kontakt-Baugruppe umfasst eine Lagerbuchse, die dazu vorgesehen ist, durch den Eingang der unterteilten, gebogenen inneren Mantelringe hindurch zu führen und die drehbare Struktur zu befestigen, sowie eine Unterlegscheibe, die innerhalb des Eingangs angeordnet ist und durch einen Schlitz in dem Mantelring positioniert ist. Eine Halterung, die abnehmbar an dem inneren Mantelring zu befestigen ist und darauf angeordnet ist, umfasst die Lagerbuchse zwischen dem inneren Mantelring und der Halterung. Die Baugruppe ist geeignet für die Nutzung in Zweistrom-Triebwerken mit Kompressions-Stufen. Wie zuvor aufgezeigt, umfasst die Einlassleitschaufelstufe des Verdichters eine Vielzahl variabler Leitschaufeln, die zwischen dem Statorgehäuse und dem inneren Schaufelgehäuse angeordnet sind. Die Befestigungsbaugruppe der vorliegenden Erfindung umfasst für jede Schaufel-Gehäuse-Befestigungsanordnung eine Lagerbuchse, die abnehmbar innerhalb des Eingangs des Schaufel-Mantelrings befestigt ist, um den Lagerzapfen der Schaufel aufzunehmen. Die Baugruppe umfasst weiter eine U-Scheibe, die zwischen einer Kontaktfläche von entweder der Lagerbuchse oder dem Schlitzansatz des inneren Mantelrings und einem Lagerzapfenring der Schaufel angebracht ist. Schließlich hält eine Mantelring-Halterungsdichtung, die abnehmbar an der äußeren Oberfläche des Mantelrings anzubringen und darauf angeordnet ist, die Lagerbuchse zwischen der U-Scheibe und dieser Halterung.

[0010] Die vorliegende Erfindung und ihre Vorteile gegenüber dem vorherigen Stand der Technik wird offenbar beim Lesen der folgenden, detaillierten Beschreibung und den beigefügten Ansprüchen mit Bezug zu den begleitenden Zeichnungen, wobei:

[0011] [Fig. 1](#) eine teilschematische Querschnittsansicht eines Zweistrom-Triebwerkes darstellt, in das das Einlassleitschaufel-Befestigungseinrichtung dieser Erfindung integriert ist;

[0012] [Fig. 2](#) einen Teilausschnitt/perspektivische Ansicht des Hochdruckverdichter-Abschnitts des Triebwerks aus [Fig. 1](#) darstellt;

[0013] [Fig. 3](#) eine Teil-Explosionszeichnung/perspektivische Ansicht des Einlassleitschaufel-Kopplungssystems des Triebwerks aus [Fig. 1](#) darstellt;

[0014] [Fig. 4](#) eine vereinfachte Seitenansicht einer Einlassleitschaufel darstellt und den Schaufel-Mantelring-Kopplungsmechanismus dieser Erfindung zeigt;

[0015] [Fig. 5](#) eine Querschnitts-Seitenansicht einer Einlassleitschaufel darstellt, die den Schaufel-Mantelring-Kopplungsmechanismus dieser Erfindung zeigt;

[0016] [Fig. 6](#) eine Explosionszeichnung als Seitenansicht eines Teils einer Einlassleitschaufel darstellt, die den inneren Lagerzapfen zeigt, der von dem Kontakt-Mechanismus dieser Erfindung gehalten wird.

[0017] Mit Bezug auf die Zeichnungen, wobei identische Referenznummern dieselben Elemente bezeichnen, illustriert [Fig. 1](#) eine Längsschnittansicht eines Zweistromtriebwerks **10** mit hohem Bypass-Verhältnis. Das Triebwerk **10** umfasst einen Bläser **14**, einen Booster **16**, einen Hochdruck-Verdichter **18**, eine Brennkammer **20**, eine Hochdruckturbine **22** und eine Niederdruckturbine **24**, sämtlich in axialer Hintereinanderanordnung um eine zentrierte Längsachse **12** herum. Die Hochdruckturbine **22** ist durch eine erste Rotorwelle **26** angetrieben, mit dem Hochdruck-Verdichter **18** verbunden, und die Niederdruckturbine **24** ist durch eine zweite, innerhalb der ersten Rotorwelle **26** angeordneten Rotorwelle **28** angetrieben, sowohl mit dem Bläser **14** als auch mit dem Booster **16** verbunden.

[0018] Während des Betriebs des Triebwerks **10** strömt Umgebungsluft durch den Bläser **14**, den Booster **16** und den Verdichter **18**, um anschließend verdichtet zu werden. Die Umgebungsluft wird teilweise für zusätzliche Funktionen abgezweigt, während der eigentliche, verdichtete Luftstrom in die Brennkammer **20** eintritt, wo er mit Treibstoff gemischt und entzündet wird, um einen hochenergetischen Strom von heißen Verbrennungsgasen zu liefern. Der hochenergetische Gasstrom führt durch die Hochdruckturbine **22**, wo er weiter ausgedehnt wird und Energie abgezweigt wird, um die erste Rotorwelle **26** anzutreiben. Der Gasstrom führt dann durch die Niederdruckturbine **24**, wo Energie abgezweigt wird, um die zweite Rotorwelle **28** anzutreiben und damit den Bläser **14**. Verbrauchte Verbrennungsrückstände und unverbrauchtes Gas strömen aus dem Triebwerk **10** durch eine Abgasführung.

[0019] Wendet man sich den [Fig. 2-Fig. 4](#) zu, sieht

man, dass unter anderem der Verdichter **18** eine Einlass-Leitschaufelstufe **30** und einen Satz nachrangiger variabler Stator-Leitschaufelstufen **32**, **34** und **36** umfasst. Die ringförmigen Abmessungen jedes der Leitschaufelstufen **30–36** werden zunehmend kleiner, um die Luft für die Nutzung in den folgenden Triebwerksstufen zu verdichten. Jede der Stufen des Verdichters **18** umfasst einen Satz ringförmig angeordneter Schaufeln **38**, die zwischen einem Statorgehäuse **40** des Verdichters **18** und einem Schaufel-Mantelring **42** eingelassen sind. Wie insbesondere in [Fig. 3](#) dargestellt, ist der Mantelring **42** eigentlich aus einem Satz Mantelringabschnitten **42** zusammengesetzt.

[0020] Die Schaufeln **38** sind durch einen Satz variabler Schaufelbetätigungseinrichtungen **44** und **46** variabel verstellbar. Die Schaufeln **38** werden durch das Statorgehäuse **40** mit den Betätigungen **44** und **46** durch einen außerhalb der Schaufel liegenden Lagerzapfen **48** verbunden. Der äußere Lagerzapfen **48** führt durch einen Eingang **50** des Statorgehäuses und wird mit einer inneren Lagerbuchse **52** und einer äußeren Mutter **54** befestigt. Ein Hebelarm **56** wird zwischen der Lagerbuchse **52** und der äußeren Mutter **54** gehalten. Der Hebelarm **56** ist an die Schaufelbetätigung **44** und **46** durch die Verbindungsarme **58** gekoppelt.

[0021] Unter Hinweis auf die [Fig. 3–Fig. 6](#), wird die Rotation der Schaufeln **38** außerdem durch die Kopplung von Sätzen der Schaufeln **38** mit den entsprechenden inneren Mantelringabschnitten **42** ermöglicht. Jeder Mantelringabschnitt weist eine Anzahl von Mantelringöffnungen **60** auf, die dazu vorgesehen sind, einen inneren Lagerzapfen **62** von jeder einzelnen der Schaufeln **38** aufzunehmen. Der innere Lagerzapfen **62** umfasst eine Anlageschulter oder Lagerzapfenring **64**, der in einer Vertiefung der Mantelringöffnung **66** sitzt, welche eine Anlageschulter aufweist. Der innere Lagerzapfen **62** wird zunächst in der Aussparung **60** gehalten, mittels einer Mantelring-Lagerbuchse **68**, die in die Aussparung **60** hinein passt. Eine Mantelring Unterlegscheibe **70** bildet eine Zwischenkontaktstelle zwischen einer Lagerbuchsen-Stirnseite des Lagerzapfenrings **64** und einer Lagerzapfen-Stirnseite der Buchsenhülse **68**. Die U-Scheibe **70** verhindert die Aufwärtsbewegung des Mantelringabschnitts **42** und verstärkt deutlich den Halt der Befestigung zwischen diesem Aufnahmeteil und dem inneren Lagerzapfen **62**. Dies erhöht die Langlebigkeit des Leitschaufelsystems und reduziert Wartungsaufwand.

[0022] Die Mantelringabschnitte **42** sind außerdem mit einer Mantelring-Dichtungshalterung **74** gekoppelt. Die Halterung **74** umfasst die Flankenabschnitte **76** und **78**, die dazu vorgesehen sind, Schultern **80** und **82** des Mantelringabschnitts **42** zu halten. Die Halterung **74** beinhaltet etwa die Hälfte des gesam-

ten inneren Umfangs des Verdichters **18**, wie in [Fig. 3](#) dargestellt. Diese Spanne der Halterung **74** ist wesentlich größer als die 90° Spanne der früher benutzten Halterungen. Sie fasst die Mantelringabschnitte **42** effektiver zusammen und damit auch die Schaufelgruppen **38**. Das Ergebnis ist ein Speicheneffekt auf die untereinander verbundenen, ringförmigen Schaufeln **38**. Die längere Spanne der Halterung **74** bietet auch eine verbesserte Vorbeugung gegen Abwärtsbewegungen der Mantelringabschnitte **42**, von dem Innenraum des Verdichters **18** fort. Bewegungs- und Vibrationseffekte auf Schnittstellen von Mantelring zu Schaufel werden daher reduziert.

[0023] Das Vorgenannte beschrieb eine verbesserte Anordnung von Schaufel-Mantelring-Befestigung. Diese kann mit allen Lagerzapfenringen benutzt werden, einschließlich solcher Schaufeln, mit Lagerzapfenringen und Buchsen, die modifiziert sind, um Haltebolzen aufzunehmen. Auf jeden Fall können nun alle Schaufeln und Lagerbuchsen ohne die halbkreisförmigen Ausschnitte gefertigt werden, die Fremdkörperfallen begünstigten und Mantelring-Wölbungen verursachten.

Patentansprüche

1. Gasturbinentriebwerk mit einem Verdichter (**18**), der eine Einlassleitschaufelstufe (**30**) enthält, worin die Einlassleitschaufelstufe mehrere variable Leitschaufeln (**38**) enthält, die zwischen einem Statorgehäuse (**40**) und einem inneren Leitschaufel-Mantelring (**42**) angeordnet sind, wobei der Mantelring von einer gebogenen Konfiguration ist und von mehreren gebogenen Mantelringabschnitten gebildet ist, worin der Mantelring einen Vorsprung mit einer ausgesparten Vertiefung (**66**) enthält und für jede Leitschaufel (**38**) eine Leitschaufel-zu-Mantelring-Verbindungsstelle enthält, wobei die Kontaktanordnung gekennzeichnet ist, durch:
eine Lagerbuchse (**68**), die lösbar innerhalb einer Aussparung (**60**) des Leitschaufel-Mantelrings zum Aufnehmen eines Lagerzapfens (**62**) der Leitschaufel aufgenommen ist;
eine Scheibe oder Unterlagscheibe (**70**), die zwischen einer Fläche der Lagerbuchse (**68**) und der ausgesparten Vertiefung des Vorsprungs (**66**) des inneren Mantelrings (**42**) und einem Lagerzapfenring (**64**) der Leitschaufel angeordnet ist; und
einer den Mantelring abdichtenden Halterung (**74**), die lösbar mit der äußeren Fläche des Mantelrings (**80**, **82**) verbindbar und darauf angeordnet ist, um die Lagerbuchse zwischen dem Mantelring und der Halterung aufzunehmen und zu halten, wobei die Halterung (**74**) eine einheitliche Komponente der gebogenen Konfiguration ist und mehreren gebogenen Mantelringabschnitte umspannt.

2. Kontaktanordnung von Anspruch 1, worin die mehreren gebogenen Mantelringabschnitte (**42**) ei-

nen Kreisring bilden und die Halterung (74) ein Paar Halter beinhaltet, wobei jeder der Halter ungefähr die Hälfte des gesamten äußeren Umfangs des Kreisrings abdeckt oder umspannt.

3. Kontaktanordnung von Anspruch 1, worin jeder der gebogenen Mantelringabschnitte (42) gegenüberliegende Mantelringvorsprünge (80, 82) beinhaltet, wobei die Halterung (74) umgreifende Aufnahmekanäle (76, 78) enthält, um die Mantelringvorsprünge darin aufzunehmen.

4. Verfahren zum Verbinden einer Leitschaufel (38) eines Verdichters (18) eines Gasturbinenriebwerks zu einem gekapselten Mantelring (42), wobei der Verdichter (18) eine Einlassleitschaufel-Stufe (30) enthält, worin die Einlassleitschaufelstufe mehrere variable Leitschaufeln (38) aufweist, die zwischen einem Statorgehäuse (40) und dem Mantelring (42) angeordnet sind, wobei der Mantelring von einer gebogenen Konfiguration ist und aus mehreren gebogenen Mantelringabschnitten gebildet ist und einen Vorsprung mit einer ausgesparten Vertiefung (66) enthält, wobei das Verfahren durch die folgenden Schritte gekennzeichnet ist:

Anbringen einer Scheibe oder Unterlagscheibe (70) an einen inneren Lagerzapfen der Leitschaufel (38);
Aufnehmen der Scheibe oder Unterlagscheibe (70) zwischen einer Lagerbuchse (68), die innerhalb einer Aufnahmeausnehmung (60) des Mantelrings oder der ausgesparten Vertiefung des Vorsprungs (66) des Mantelrings angeordnet ist, und einem unteren Ende der Leitschaufel; und

Anbringen einer Mantelring-Halterung (74) an dem halternden Mantelring (42), um die Lagerbuchse (68) zwischen dem Haltering (68) und dem Mantelring zu halten, wobei die Halterung von einer gebogenen Konfiguration ist und als eine einheitliche Komponente gebildet ist, die mehrere der gebogenen Mantelringabschnitte umspannt.

5. Verfahren nach Anspruch 4, worin die mehreren gebogenen Mantelringabschnitte (42) einen Kreisring bilden und die Halterung (74) ein Halterpaar enthält, worin jeder der Halter ungefähr die Hälfte des gesamten äußeren Umfangs des Kreisrings umspannt.

6. Verfahren nach Anspruch 5, worin jeder die gebogenen Mantelringabschnitte (42) gegenüberliegende Mantelringvorsprünge (80, 82) enthält, wobei die Halterung (74) umschlossene Aufnahmekanäle (76, 78) enthält, um die Mantelringvorsprünge darin aufzunehmen.

Es folgen 5 Blatt Zeichnungen

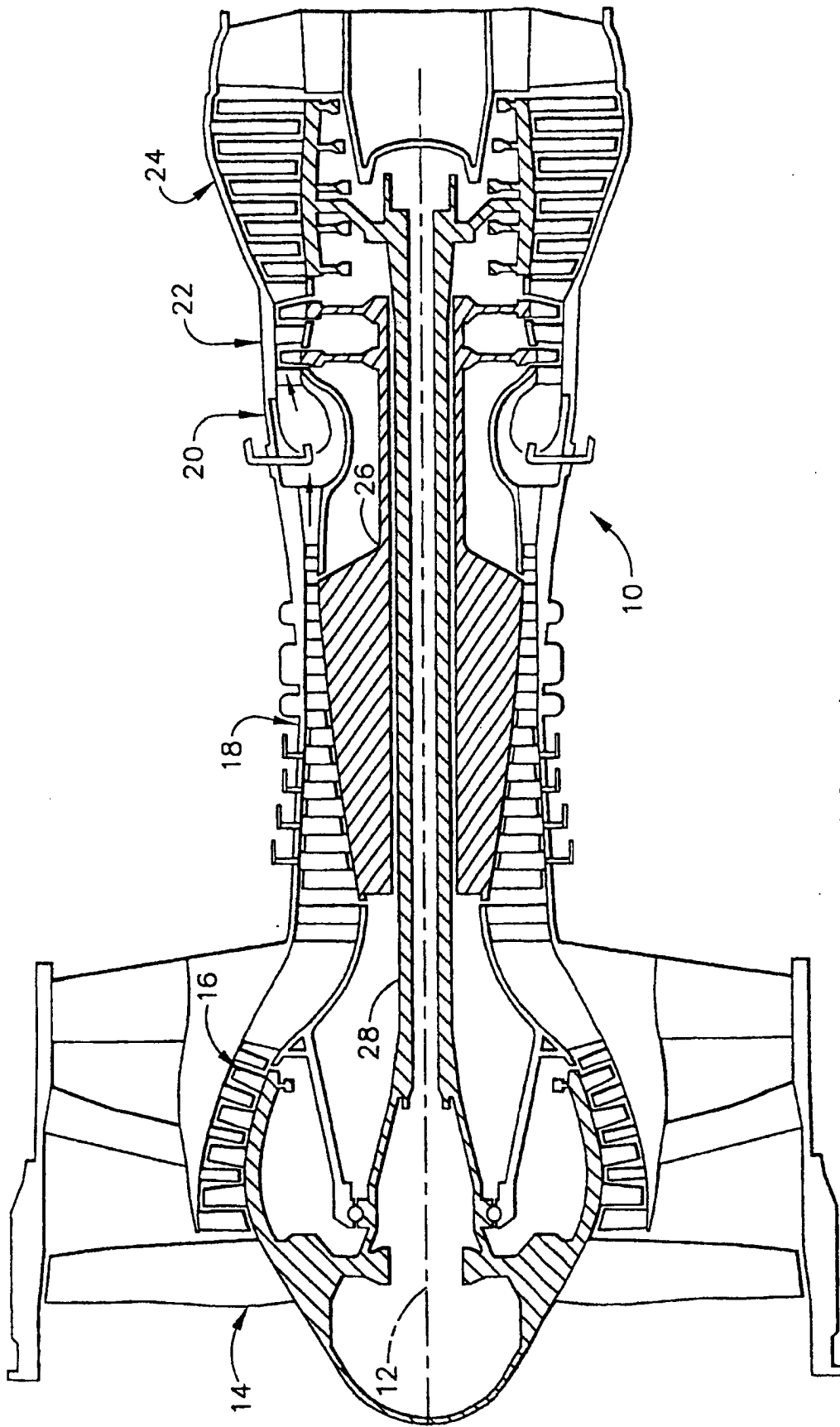


FIG. 1

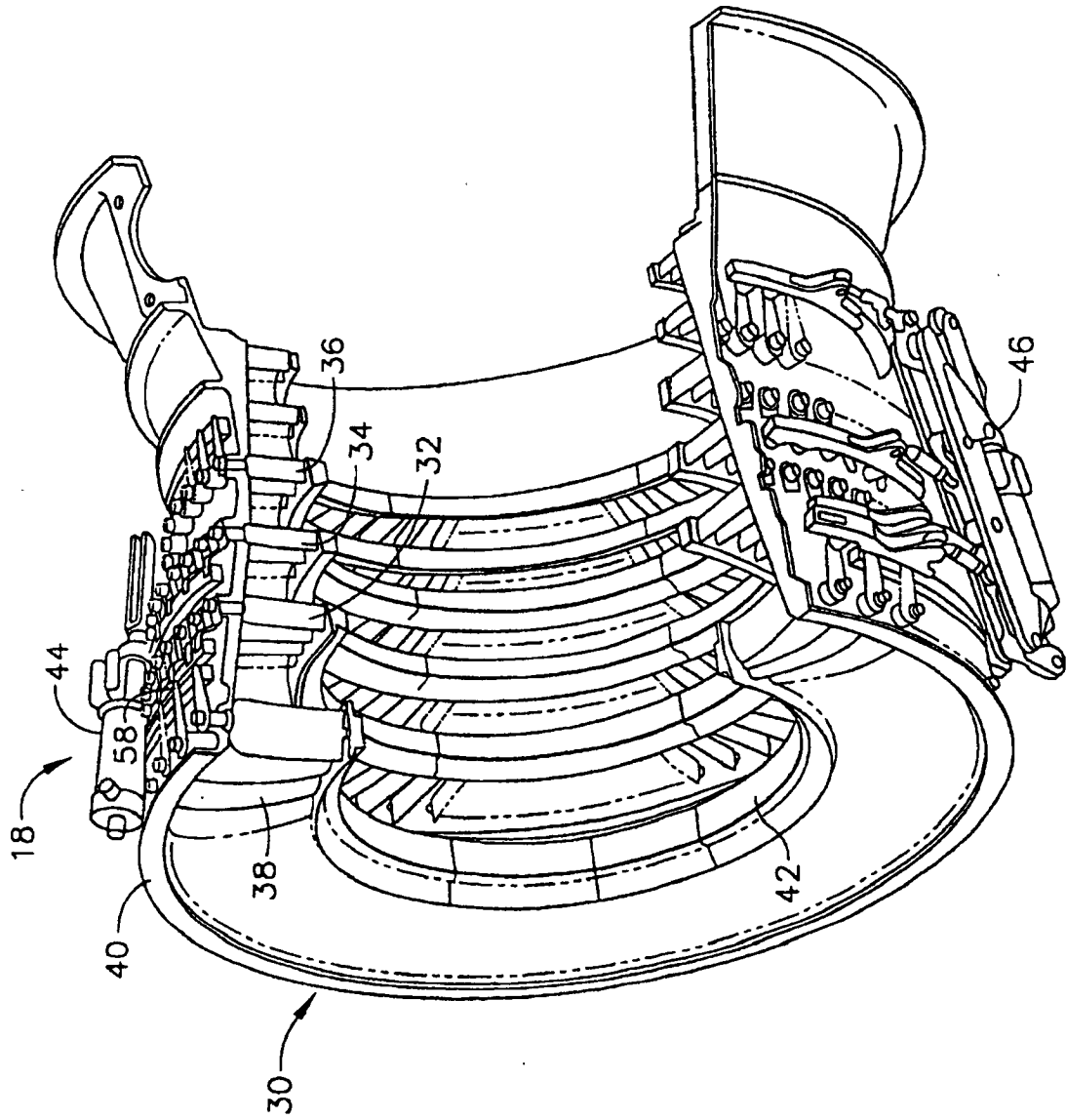


FIG. 2

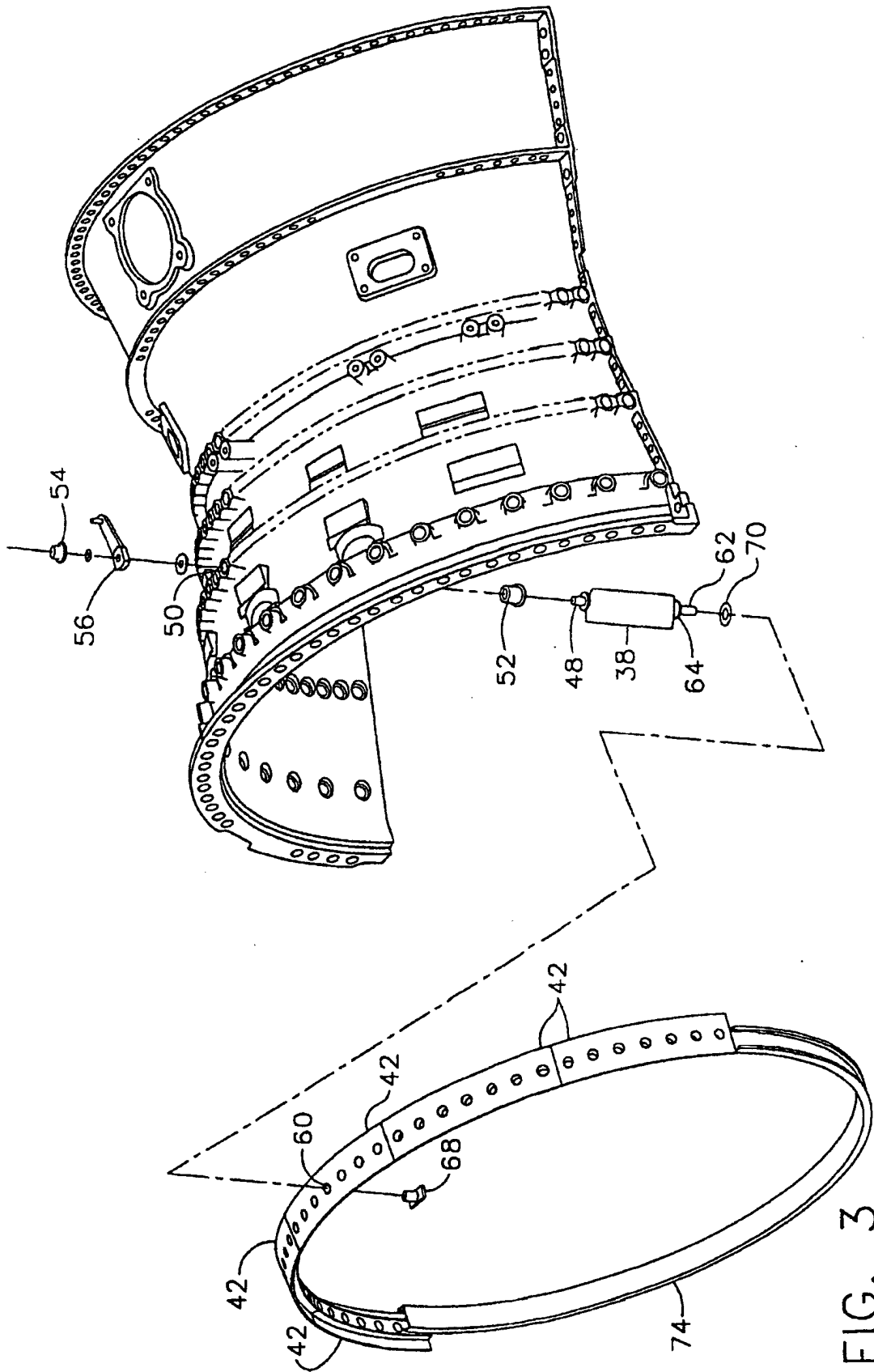


FIG. 3

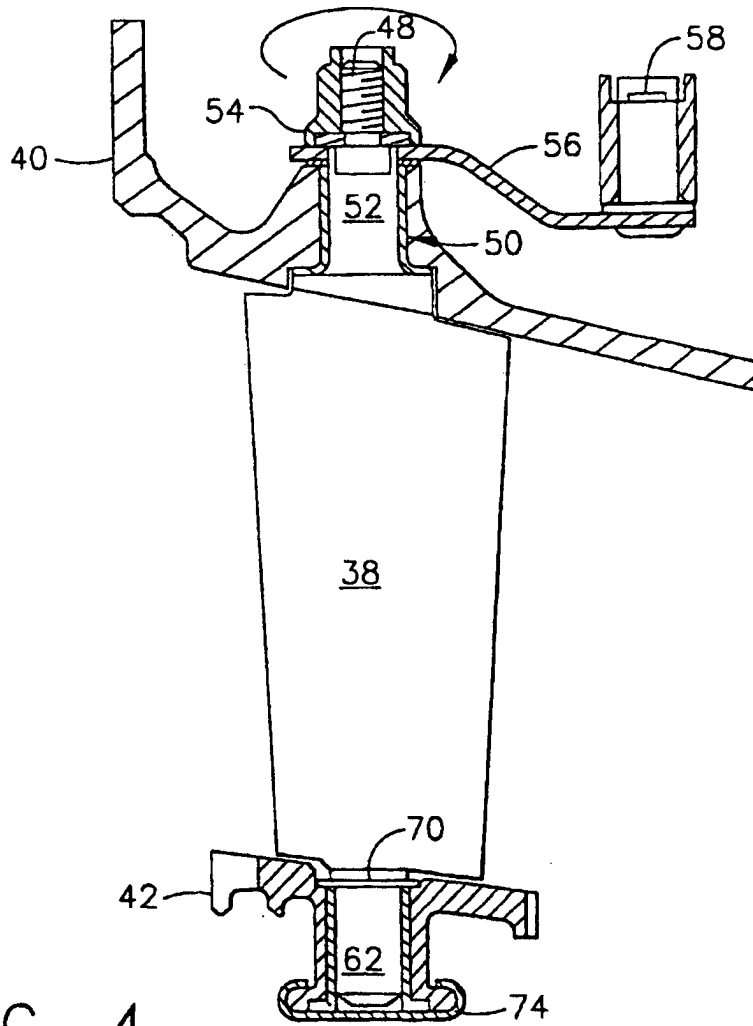


FIG. 4

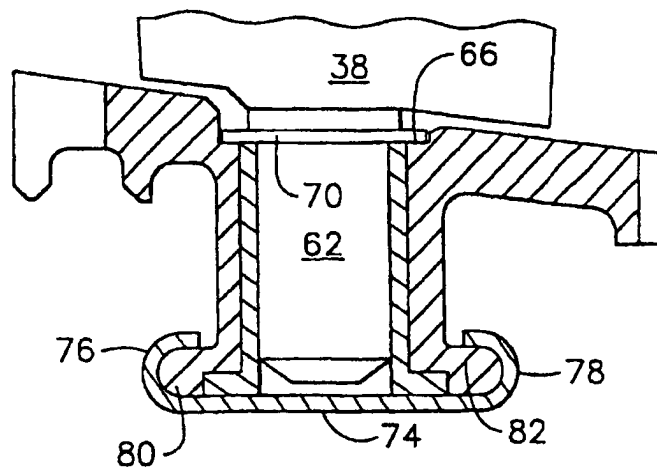


FIG. 5

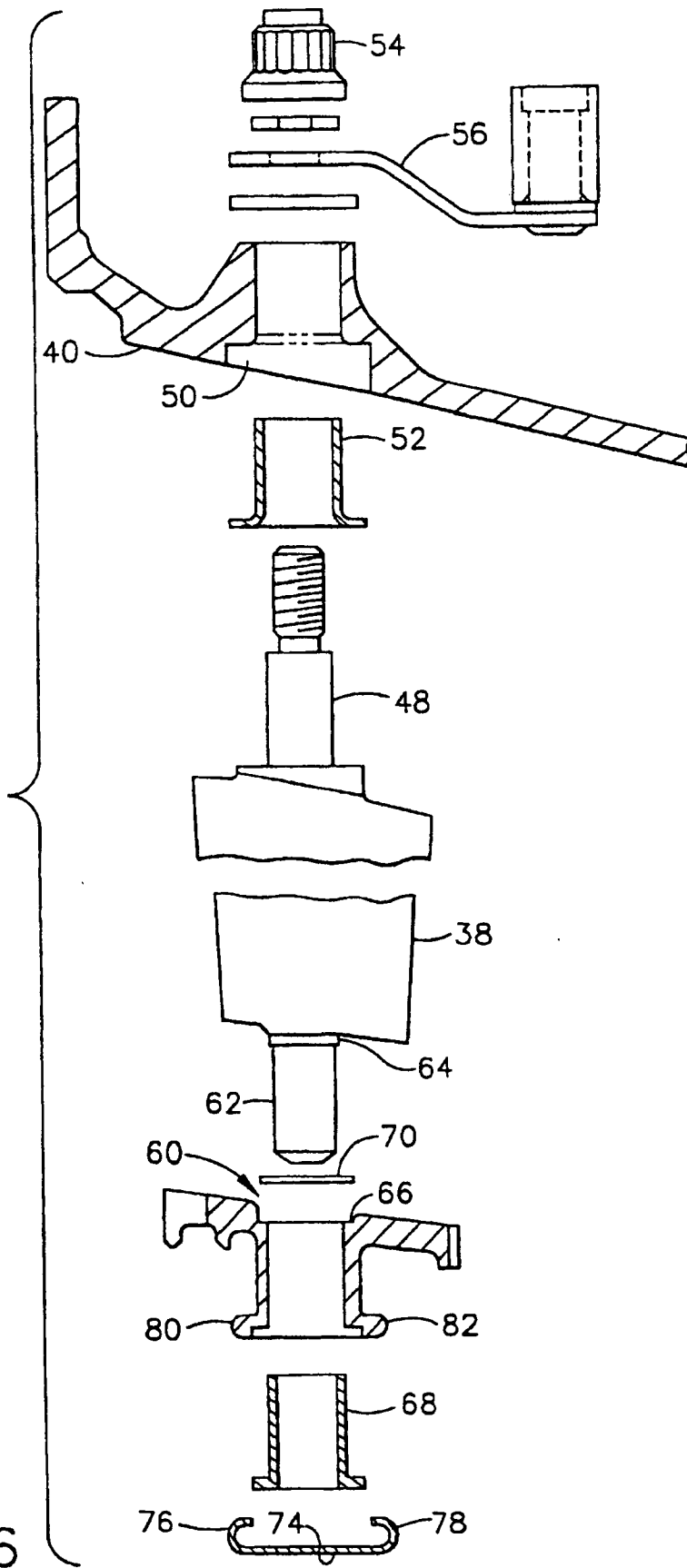


FIG. 6