



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) DE 603 02 514 T2 2006.08.10

(12)

Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) EP 1 400 659 B1

(21) Deutsches Aktenzeichen: 603 02 514.5

(96) Europäisches Aktenzeichen: 03 255 775.3

(96) Europäischer Anmeldetag: 16.09.2003

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: 24.03.2004

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: 30.11.2005

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: 10.08.2006

(51) Int Cl.⁸: F01D 17/16 (2006.01)

F01D 17/00 (2006.01)

F02C 9/20 (2006.01)

(30) Unionspriorität:

246028 18.09.2002 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:

DE, FR, GB

(73) Patentinhaber:

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

(72) Erfinder:

Schilling, Jan Christopher, Middletown, Ohio 45044, US; Wakeman, Thomas George, Reading, Ohio 45215, US; Cline, Steward Joseph, Guilford, Indiana 47022, US

(74) Vertreter:

Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen

(54) Bezeichnung: Methode und Apparatus zur Abdichtung von verstellbaren Leitschaufeln von Gasturbinen

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 eingelebt, 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 betrifft im Allgemeinen Gasturbinentriewerke, und insbesondere verstellbare Stator-Leitschaufelanordnungen, die in Gasturbinen-triebwerken eingesetzt werden.

[0002] Wenigstens einige bekannte Gasturbinen-triebwerke enthalten ein Kerntriebwerk, das in einer seriellen Strömungsanordnung eine Bläser-Anordnung und einen Hochdruckkompressor, welcher einen in das Triebwerk eintretenden Luftstrom komprimiert, eine Brennkammer, welche ein Gemisch aus Brennstoff und Luft verbrennt und Nieder- und Hochdruckturbinen, welche jeweils mehrere Rotorblätter enthalten, die dem aus der Brennkammer austretenden Luftstrom Rotationsenergie entziehen, aufweist. Wenigstens einige bekannte Hochdruckkompressoren enthalten mehrere Reihen um den Umfang herum in Abstand angeordneter Rotorlaufschaufeln, wobei benachbarte Reihen der Rotorlaufschaufeln durch Reihen verstellbarer Statorleitschaufel-(VSV)-anordnungen getrennt sind. Insbesondere sind mehrere verstellbare Stator-Leitschaufelanordnungen an dem Kompressorgehäuse befestigt, wobei jede VSV-Anordnung ein Schaufelblatt enthält, das sich zwischen benachbarte Rotorlaufschaufeln erstreckt. Die Orientierung der VSV-Schaufelblätter in Bezug auf die Kompressorrotorlaufschaufeln ist verstellbar, um den Luftstrom durch den Kompressor zu steuern.

[0003] Wenigstens eine bekannte verstellbare Stator-Leitschaufelanordnung enthält eine Drehzapfenbuchse, die teilweise innerhalb eines Mantels positioniert ist. Ein Teil des Schaufelblattes erstreckt sich durch die Drehzapfenbuchse, und die VSV-Anordnung ist mit dem Kompressorstatorgehäuse verschraubt. In wenigstens einigen bekannten VSV-Anordnungen werden entweder Polymer- oder Kohlenstoff-Buchsen verwendet, um einen niedrigen Reibungskoeffizienten bereitzustellen, um die Minimierung von Reibung und Verschleiß der VSV-Anordnung zu ermöglichen.

[0004] EP 0 757 161 offenbart eine VSV-Anordnung, welche eine erste Metallbuchse und eine innerhalb der ersten Buchse angeordnete und die Spindel der Statorleitschaufel aufnehmende zweite Verbundwerkstoff-Buchse enthält.

[0005] Während des Betriebs kann die Aussetzung an dem Gasstrom eine Erosion der VSV-Buchsen bewirken. Ferner können sich Gasstromaustrittspfade innerhalb der Leitschaufelanordnungen mit einer Erosion der Buchsenkomponenten entwickeln. Ein derartiger Austrittspfad kann sich zwischen einem Außendurchmesser des VSV-Schaufelblattes und dem Innendurchmesser der Buchse entwickeln. Ein Dauerbetrieb mit dem Gasstromaustritt durch die

VSV-Buchsen kann die Triebwerkleistung nachteilig beeinträchtigen.

[0006] Um eine Erosionsverhinderung der Polymerbuchsen zu ermöglichen, verwenden wenigstens einige bekannte VSV-Anordnungen Metallbuchsen, in welchen die Berührungs-komponenten aus demselben metallischen Material hergestellt sind. Metallbuchsen weisen jedoch einen höheren Reibungskoeffizienten als die Polymerbuchsen auf, und die höhere Reibung innerhalb der VSV-Anordnung kann ebenfalls eine Verschlechterung der VSV-Komponenten bewirken. Alternativ werden, sobald die Buchsen verschlissen sind, verschlissene Buchsen ausgetauscht. Jedoch kann die Konfiguration der VSV-Anordnung das Austauschen der Buchsen zu einem zeitaufwendigen Vorgang machen, der eine Zerlegung eines erheblichen Teils des Triebwerks beinhaltet kann.

[0007] In einem ersten Aspekt der vorliegenden Erfindung wird ein Verfahren zum Koppeln einer verstellbaren Leitschaufelanordnung für ein Gasturbinen-triebwerk, das ein Gehäuse enthält, bereitgestellt. Die verstellbare Leitschaufelanordnung enthält eine Buchsenanordnung und wenigstens eine verstellbare Leitschaufel, die eine Plattform und einen Schaufelschaft enthält. Das Verfahren umfasst die Schritte: Koppeln einer ersten Buchse mit dem Triebwerksgehäuse im Presssitz, Koppeln einer zweiten Buchse mit der verstellbaren Leitschaufel so, dass wenigstens ein Abschnitt der ersten Buchse zwischen dem Triebwerksgehäuse und der zweiten Buchse angeordnet ist und so, dass wenigstens ein Teil der zweiten Buchse zwischen der ersten Buchse und dem Schaufelschaft angeordnet ist.

[0008] In einem weiteren Aspekt der Erfindung wird eine verstellbare Leitschaufelanordnung für ein ein Gehäuse enthaltendes Gasturbinen-triebwerk geschaffen. Die verstellbare Leitschaufelanordnung weist eine verstellbare Leitschaufel- und Buchsenanordnung auf. Die verstellbare Leitschaufel enthält eine Plattform und einen Schaufelschaft, der von der Plattform nach außen ragt. Die Buchsenanordnung enthält eine äußere Buchse und eine innere Buchse. Die äußere Buchse befindet sich radial außerhalb der inneren Buchse, so dass wenigstens ein Teil der äußeren Buchse zwischen dem Gasturbinen-triebwerksgehäuse und der inneren Buchse angeordnet ist, und so, dass wenigstens ein Teil der inneren Buchse zwischen der äußeren Buchse und dem Leitschaufelschaft angeordnet ist.

[0009] In einem weiteren Aspekt wird ein Kompressor für ein Gasturbinen-triebwerk geschaffen. Der Kompressor enthält einen Rotor, ein Gehäuse und wenigstens eine Reihe verstellbarer Leitschaufeln, die drehbar mit dem Gehäuse über eine Vielzahl von Buchsenanordnungen gekoppelt sind. Der Rotor ent-

hält eine Rotorwelle und mehrere Reihen von Rotorlaufschaufeln. Das Gehäuse erstreckt sich um den Umfang um die mehreren Reihen der Rotorlaufschaufeln herum, und das Gehäuse enthält mehrere, sich dadurch hindurch erstreckende Öffnungen. Jede Reihe verstellbarer Leitschaufeln erstreckt sich zwischen benachbarten Reihen der Rotorlaufschaufeln. Jede verstellbare Leitschaufel enthält eine Plattform und einen Leitschaufelschaft, der sich von der Plattform nach Außen erstreckt. Jede Buchsenanordnung weist eine innere und eine äußere Buchse auf. Jede äußere Buchse befindet sich radial außerhalb einer inneren Buchse so, dass ein äußerer Teil zwischen dem Gehäuse und der inneren Buchse liegt, und so, dass wenigstens ein Teil der inneren Buchse sich zwischen der äußeren Buchse und dem jeweiligen Leitschaufelschaft befindet.

[0010] Ausführungsformen der Erfindung werden nun im Rahmen eines Beispiels unter Bezugnahme auf die beigefügten Zeichnungen beschrieben, in welchen:

[0011] [Fig. 1](#) eine schematische Darstellung eines Gasturbinentriebwerks ist;

[0012] [Fig. 2](#) eine schematische Teilansicht eines Gasturbinentriebwerkkompressors ist;

[0013] [Fig. 3](#) eine Teilexplorationsansicht einer in [Fig. 2](#) dargestellten verstellbaren Leitschaufelanordnung mit einer Buchsenanordnung ist;

[0014] [Fig. 4](#) eine Teilexplorationsansicht einer in [Fig. 2](#) dargestellten verstellbaren Leitschaufelanordnung mit einer alternativen Ausführungsform einer Buchsenanordnung ist;

[0015] [Fig. 5](#) eine Teilexplorationsansicht einer in [Fig. 2](#) dargestellten verstellbaren Leitschaufelanordnung mit einer anderen alternativen Ausführungsform einer Buchsenanordnung ist;

[0016] [Fig. 6](#) eine Teilexplorationsansicht einer in [Fig. 2](#) dargestellten verstellbaren Leitschaufelanordnung mit einer weiteren alternativen Ausführungsform einer Buchsenanordnung ist;

[0017] [Fig. 1](#) ist eine schematische Darstellung eines Gasturbinentriebwerks **10** mit einem Niederdruckkompressor **12**, einem Hochdruckkompressor **14**, und einer Brennkammer **16**. Das Triebwerk **10** enthält auch eine Hochdruckturbine **18** und eine Niederdruckturbine **20**. Der Kompressor **12** und die Turbine **20** sind über eine erste Welle **24** gekoppelt, und der Kompressor **14** und die Turbine **18** sind über eine zweite Welle **26** gekoppelt. In einer Ausführungsform ist das Gasturbinentriebwerk ein von General Electric Company, Cincinnati, Ohio beziehbares GE90 Triebwerk.

[0018] Im Betrieb strömt Luft durch den Niederdruckkompressor **12** und komprimierte Luft wird von dem Niederdruckkompressor **12** dem Hochdruckkompressor **14** zugeführt. Die hoch komprimierte Luft wird der Brennkammer **16** zugeführt. Der Luftstrom aus der Brennkammer **16** treibt die Turbinen **18** und **20** an, bevor er die Gasturbine **10** verlässt.

[0019] [Fig. 2](#) ist eine schematische vergrößerte Teilansicht eines Gasturbinentriebwerkkompressors **4**. Der Kompressor **14** enthält mehrere Stufen, und jede Stufe enthält eine Reihe von Rotorlaufschaufeln **40** und eine Reihe verstellbarer Leitschaufelanordnungen **44**. In der exemplarischen Ausführungsform werden die Rotorlaufschaufeln **40** von Rotorschiben **46** gelagert und sind mit der Rotorwelle **26** gekoppelt. Die Rotorwelle **26** wird von einem Gehäuse **50** umgeben, das sich in Umfangsrichtung um den Kompressor **14** erstreckt und verstellbare Leitschaufelanordnungen **44** lagert.

[0020] Verstellbare Leitschaufelanordnungen **44** enthalten jeweils eine verstellbare Leitschaufel **52** und einen Leitschaufelschaft **54**, der sich im Wesentlichen senkrecht aus einer Leitschaufelplattform **56** erstreckt. Insbesondere erstreckt sich die Leitschaufelplattform **56** zwischen der verstellbaren Leitschaufel **52** und dem Leitschaufelschaft **54**. Jeder Leitschaufelschaft **54** erstreckt sich durch eine entsprechende Öffnung **58**, die im Gehäuse **54** gebildet ist. Das Gehäuse **50** enthält mehrere Öffnungen **58**. Die verstellbaren Leitschaufelanordnungen **44** enthalten auch einen Hebelarm **60**, der sich von jeder verstellbaren Leitschaufel **52** aus erstreckt und dazu genutzt wird, selektiv die verstellbaren Leitschaufeln **52** zur Veränderung einer Orientierung der Leitschaufeln **52** in Bezug auf den Strömungspfad durch den Kompressor **14** zu drehen, um eine gesteigerte Steuerung des Luftstroms durch den Kompressor zu ermöglichen.

[0021] [Fig. 3](#) ist eine Teilexplorationsansicht einer verstellbaren Leitschaufelanordnung **44** mit einer verstellbaren Leitschaufel **52** und einer Buchsenanordnung **100**, die bei der drehbaren Kopplung der verstellbaren Leitschaufeln **52** mit dem Triebwerksgehäuse **50** innerhalb der Gehäuseöffnung **58** verwendet wird. Das Gehäuse **50** enthält mehrere Gehäuseturme **102**, welche jede verstellbare Leitschaufel **52** lagern, und um den Umfang herum um das (in [Fig. 1](#) dargestellte) Triebwerk **10** in Abstand angeordnet sind. Jeder Gehäuseturm **102** enthält einen ausgesparten Abschnitt **104** und einen im Wesentlichen zylindrischen Abschnitt **106**, der sich aus dem ausgesparten Abschnitt **104** heraus erstreckt. In einer alternativen Ausführungsform enthält der Gehäuseturm **102** (in [Fig. 2](#) nicht dargestellte) zusätzliche ausgesparte Abschnitte. Die Gehäuseturmabschnitte **104** und **106** werden durch eine innere Wand **110** gebildet, die auch eine Öffnung **58** so bildet, dass sich

die Öffnung **58** zwischen einer radial inneren Seite **111** der verstellbaren Leitschaufelanordnung **44** zu einer (in **Fig. 2** nicht dargestellten) radial äußeren Seite der verstellbaren Leitschaufelanordnung **44** erstreckt.

[0022] Der ausgesparte Abschnitt **104** des Gehäuseturms hat einen in Bezug auf eine sich durch die Gehäuseöffnung **58** erstreckende Mittellinie **112** gemessenen Durchmesser d_1 , der größer als ein in Bezug auf die Mittellinie **112** des zylindrischen Abschnittes **106** des Gehäuseturms gemessener Durchmesser d_2 ist. In der exemplarischen Ausführungsform erstreckt sich der zylindrische Abschnitt **106** im Wesentlichen senkrecht aus dem ausgesparten Abschnitt **104**.

[0023] Der verstellbare Leitschaufelschaft **54** besitzt einen Außendurchmesser d_3 , der in Bezug auf eine Außenoberfläche **122** der verstellbaren Leitschaufelanordnung **44** und in Bezug auf eine sich durch die Leitschaufelanordnung **44** erstreckende Mittelsymmetriechse **124** gemessen wird. Der Durchmesser d_3 des verstellbaren Leitschaufelschaftes ist kleiner als der Durchmesser d_2 des zylindrischen Abschnittes des Gehäuseturms. Die verstellbare Leitschaufelplattform **56** besitzt einen Außendurchmesser d_4 , der größer als der Durchmesser d_3 des verstellbaren Leitschaufelschaftes und kleiner als der Durchmesser d_1 des ausgesparten Abschnittes des Gehäuseturms ist.

[0024] Insbesondere erstreckt sich eine Außenkannte **126** der radialen Außenoberfläche **128** der Leitschaufelplattform **56** über einen Abstand **130** von dem Leitschaufelschaft **54** nach außen. Somit ist der zylindrische Abschnitt **106** des Gehäuseturms so bemessen, dass er den verstellbaren Leitschaufelschaft **54** darin aufnimmt, und der ausgesparte Abschnitt **104** des Gehäuseturms ist so bemessen, dass er die Plattform **56** der verstellbaren Leitschaufel darin aufnimmt.

[0025] Die Buchsenanordnung **100** enthält eine radial innere Buchse **140**, eine radial äußere Buchse **142** und eine Überschieberbuchse **144**. Die Überschieberbuchse **144** erstreckt sich um den Umfang um den Schaft **54** der verstellbaren Leitschaufel so, dass eine Innenoberfläche **146** der Überschieberbuchse **144** in einem Dichtungskontakt an der Außenoberfläche **122** und den zylindrischen Abschnitt **106** des Gehäuseturms steht. Die Überschieberbuchse **144** ist aus einem Material hergestellt, das einen niedrigeren Reibungskoeffizienten als ein Reibungskoeffizient in Verbindung mit dem Material besitzt, das zur Herstellung der Buchsen **140** und **142** verwendet wird. In einer Ausführungsform wird die Überschieberbuchse **144** aus einem Polymermaterial hergestellt. In einer weiteren Ausführung wird die Überschieberbuchse **144** aus einem Nicht-Polymer-

material hergestellt.

[0026] Die radial äußere Buchse **142** enthält eine Außenoberfläche **150** und eine Innenoberfläche **152**. Die Buchse **142** enthält auch einen Halter **154**, einen im Wesentlichen ebenen Abschnitt **156** und einen im Wesentlichen zylindrischen Abschnitt **158**. Der ebene Abschnitt **156** erstreckt sich zwischen dem Halter **154** und dem zylindrischen Abschnitt **158**, und erstreckt sich in der exemplarischen Ausführungsform im Wesentlichen senkrecht von dem ebenen Abschnitt **156** aus. Eine radiale Höhe h_1 der Buchse **142** wird von dem ebenen Abschnitt **156** bis zu einer Endfläche **160** des zylindrischen Abschnittes **158** gemessen. Die radiale Höhe der Buchse h_1 wird variabel auf der Basis der Hertzschen Kontaktpressung ausgewählt, die in die verstellbaren Leitschaufelanordnung **44** induziert werden kann. Der Halter **154** erleichtert eine sekundäre Ausrichtung der Leitschaufel **52**, sobald eine Außenoberfläche **161** der radial inneren Buchse **140** und der Innenoberfläche **152** der äußeren Buchse entlang des zylindrischen Abschnittes **158** verschleißt.

[0027] Die Buchse **142** besitzt auch einen Außen-durchmesser d_5 . Der Buchsenaußendurchmesser d_5 ist so gewählt, dass, wenn die verstellbare Leitschaufelanordnung **44** vollständig zusammengebaut ist, die Außenoberfläche **150** des Buchsenhalters innerhalb eines Signatur-Aufstandsfläche der Plattformaußenoberfläche **128** der verstellbaren Leitschaufel bleibt. In der exemplarischen Ausführungsform besitzt die Buchse **142** eine Dicke t_1 , die im Wesentlichen über diese konstant ist.

[0028] Die radial innere Buchse **140** enthält eine radial äußere Oberfläche **161** und eine radial Innenoberfläche **162**. Die Buchse **140** enthält eine Plattformabschnitt **164** und einen im Wesentlichen zylindrischen Abschnitt **166**. Der Plattformabschnitt **164** erstreckt sich aus einer äußeren Kante **168** der Buchse **140** zu einem zylindrischen Abschnitt **166**, und der zylindrische Abschnitt **166** erstreckt sich im Wesentlichen senkrecht aus dem Plattformabschnitt **164**. Eine radiale Höhe h_2 der Buchse **140** wird von dem Plattformabschnitt **164** bis zu einer Endfläche **170** des zylindrischen Abschnittes **166** gemessen. Die radiale Höhe h_2 der Buchse wird variabel auf der Basis der Hertzschen Kontaktmessung gewählt, die in die verstellbare Leitschaufelanordnung **44** induziert werden kann.

[0029] Der Plattformabschnitt **164** der radial inneren Buchse enthält einen ausgesparten Abschnitt **171** so, dass ein Paar ringförmige Schultern **172** und **174** durch den ausgesparten Abschnitt **171** gebildet wird. Insbesondere ist die Schulter **172** zwischen der Schulter **174** und dem Buchsenzylinderabschnitt **166** angeordnet und besitzt eine in Bezug auf eine untere Oberfläche **176** des ausgesparten Abschnittes **171**

gemessene radiale Höhe h_3 und ist größer als eine in Bezug auf die Oberfläche **176** gemessene radiale Höhe h_4 der Schulter **174**. Eine Breite **178** der Schulter **172** ist so gewählt, dass sie einen Anteil eines radialen Kontaktes zwischen den Buchsen **140** und **142** unter gleichmäßiger Belastung bereitstellt. Insbesondere ist der Anteil des radialen Kontaktes eine Funktion einer internen Druckbelastung und eines Anteils einer in die Buchsenanordnung **44** induzierten Kraft.

[0030] Die Buchsen **140** und **142** werden aus einem Material hergestellt, das gegen Verschleiß beständig ist. In der exemplarischen Ausführungsform werden die Buchsen **140** und **142** aus einem verschleißbeständigen Material, wie zum Beispiel, jedoch nicht darauf beschränkt, Triballoy hergestellt.

[0031] Während des Zusammenbaus der verstellbaren Leitschaufelanordnung **44** wird die Überschieberbuchse **144** um den Umfang herum um den Leitschaufelschaft **54** und das Gehäuse **50** gekoppelt (die Buchse **144** wird hauptsächlich durch das Gehäuse **50** gehalten und weist einen engeren Sitz auf der Oberfläche **110** als auf der Oberfläche **122** auf), die radial äußere Buchse **142** mit dem Triebwerksgehäuse **50** gekoppelt und die radial innere Buchse **144** mit der verstellbaren Leitschaufel **152** gekoppelt. Insbesondere wird die radial äußere Buchse **142** mit dem Triebwerksgehäuse **50** so gekoppelt, dass eine Außenoberfläche **150** des ebenen Abschnittes **156** der Buchse gegenüber einer Gehäuseinnenwand **110** innerhalb des ausgesparten Abschnittes **104** des Gehäuses positioniert ist und ein zylindrischer Abschnitt **158** der Buchse gegenüber einer Gehäuseinnenwand **110** innerhalb des zylindrischen Abschnittes **106** des Gehäuses positioniert ist. Zusätzlich wird die radial innere Buchse **140** so mit der verstellbaren Leitschaufel **52** gekoppelt, dass der zylindrische Abschnitt **166** der inneren Buchse gegenüber dem Leitschaufelschaft positioniert ist, und der Plattformabschnitt **164** der inneren Buchse gegenüber der Leitschaufelplattform **56** positioniert ist. In der exemplarischen Ausführungsform wird die innere Buchse **140** auf die Leitschaufel **52** aufgepresst und die äußere Buchse **142** wird in das Gehäuse **50** eingepresst.

[0032] Die verstellbare Leitschaufel **42** wird dann zusammen mit der inneren Buchse **140** und der Überschieberbuchse **144** durch eine entsprechende Gehäuseöffnung **58** und einen (in [Fig. 3](#) nicht dargestellten) Hebelarm **60** eingeführt, bevor sie mit dem Gehäuse **50** durch ein (nicht dargestelltes) Befestigungselement gekoppelt wird. Insbesondere berührt, wenn sie vollständig mit dem Gehäuse gekoppelt ist, die innere Buchsenschulter **172**, die äußere Buchse **142** so, dass ein vorbestimmter Spalt **190** zwischen dem zylindrischen Abschnitt **158** der äußeren Buchse und dem zylindrischen Abschnitt **166** der inneren Buchse gebildet wird. Der Spalt **190** ermöglicht die

Berücksichtigung eines anfänglichen Buchsenverschleißes zwischen den Buchsen **140** und **142**, sowie einer Wärmeausdehnung zwischen den einzelnen Buchsen **140** und **152**. Ferner steht, wenn die verstellbare Leitschaufel **52** vollständig mit dem Gehäuse **50** gekoppelt ist, das Überschiebelager **144** mit der Gehäuseinnenwand **110** in einem Dichtungskontakt, um das Verhindern eines Luftaustrettes durch die verstellbare Leitschaufelanordnung **44** zu ermöglichen.

[0033] Unter gleichmäßiger Belastung ermöglicht die radiale Kontaktschulter **174** einen radialen Stapselanordnungsspalt **192**, der zwischen den Buchsen **140** und **142** und der Überschieberbuchse **144** ausgebildet ist. Insbesondere ermöglicht, da sich die Schulter **172** nicht über den gesamten Buchsenplattformabschnitt **164** erstreckt, die Schulter **174** eine Punktbelastung der Schulter **174** und einer Kante **168** der inneren Buchse, und somit wird ein Teil der Reibungsbelastung, der in die verstellbare Leitschaufel **44** induziert wird, im Vergleich zu anderen Buchsen reduziert, in welchem der Buchsenabschnitt **164** im Wesentlichen eben ist. Demzufolge ermöglicht die reduzierte Reibungsbelastung die Herstellung der Buchse **144** aus einem anderen Material als dem der Buchsen **140** und **142**, und somit wird eine auf die verstellbare Leitschaufelanordnung **44** induzierte innere Belastung durch die Buchsenanordnung **100** verteilt. Ferner kann, da die Überschieberbuchse **144** aus einem Material mit einem niedrigen Reibungskoeffizienten hergestellt werden kann, die gesamte induzierte Reibung innerhalb der verstellbaren Leitschaufelanordnung auf einem verringerten Wert im Vergleich zu anderen Anordnungen gehalten werden, welche nur metallische Komponenten enthalten.

[0034] Während des Betriebs berührt die Schulter **174** unter Druckbelastung die äußere Buchse **142**, um die Reduzierung eines Luftaustrettes durch die verstellbare Leitschaufelanordnung **44** zu ermöglichen. Jedoch ermöglicht eine relativ kleine Größe der Schulter **174** eine Minimierung des zwischen den Buchsen **140** und **142** während des Betriebs induzierten Drehmoments. Ferner kann, da die Schulter **174** die Buchse **142** berühren kann, wenn die radial innere Buchsenaußenoberfläche **161** und äußere Buchseninnenoberfläche **152** verschleißt, die Reduzierung einer Leitschaufelkippung ermöglicht werden. Zusätzlich ermöglicht die Schulter **174**, dass während des Betriebs die Buchse **142** mehr als die innere Buchse **140** verschleißt. Demzufolge kann, da die Buchsenanordnung **100** eine mehrteilige Anordnung ist, der Buchsen austausch ohne vollständige Triebwerkszerlegung erfolgen, und somit ermöglicht die Buchsenanordnung **100** eine Reduzierung der Wartungskosten.

[0035] [Fig. 4](#) ist eine Teilexplosionsansicht der verstellbaren Leitschaufelanordnung **44**, die eine alter-

native Ausführungsform einer Buchsenanordnung **200** enthält. Die Buchsenanordnung **200** ähnelt im Wesentlichen der in [Fig. 3](#) dargestellten Buchsenanordnung **100** und Komponenten in der Buchsenanordnung **200**, die identisch mit Komponenten der Buchsenanordnung **100** sind, sind in [Fig. 4](#) unter Verwendung derselben wie in [Fig. 3](#) verwendeten Bezeichnungen gekennzeichnet. Demzufolge enthält die Buchsenanordnung **200** eine innere Buchse **140** und eine Überschieberbuchse **144**. Die Buchsenanordnung **200** enthält auch einen Buchenträger **202** und eine radial äußere Buchse **204**.

[0036] Die radial äußere Buchse **204** enthält eine Außenoberfläche **210** und eine Innenoberfläche **212**. Die Buchse **204** enthält auch einen Halter **214**, der sich im Wesentlichen senkrecht aus einem im Wesentlichen ebenen Abschnitt **216** erstreckt. Insbesondere erstreckt sich der ebene Abschnitt **216** aus dem Halter **214** und einer Innenkante **218** und der Halter **214** erstreckt sich über einen Abstand **220** von dem ebenen Abschnitt **216** aus. Wenn die Leitschaufelanordnung **44** vollständig zusammengebaut ist, ermöglicht der Halterabstand **220**, dass sich die Außenbuchse **204** aus dem ausgesparten Abschnitt **104** des Gehäuses zwischen der Leitschaufelplattform **56** und dem Triebwerksgehäuse **50** erstreckt.

[0037] Ein Buchenträger **202** erstreckt sich aus einem (nicht dargestellten) ersten Ende, das an ein (nicht dargestelltes) erstes Ende der Überschieberbuchse **144** angrenzt, zu einem zweiten Ende **230**, das an die Leitschaufelplattform **56**, die Buchse **140** und die Buchseninnenkante **218** angrenzt. Eine Schulter **232** erstreckt sich im Wesentlichen senkrecht über einen Abstand **234** aus einer Innenoberfläche **236** des Buchenträgers **202**. Insbesondere erstreckt sich im vollständig zusammengebauten Zustand die Schulter **232** zwischen der Überschieberbuchse **144** und der radial inneren Buchse **140** zu dem Leitschaufelschaft **54** hin. In einer Ausführungsform enthält der Leitschaufelschaft **54** auch einen (nicht dargestellten) Hinterschnitt, der es der Schulter **232** ermöglicht, sich von der Innenoberfläche **236** des Buchenträgers über einen größeren Abstand **234** zu erstrecken.

[0038] Die radial innere Buchse **140** ist mit einem verschleißbeständigen Material **240** beschichtet. Insbesondere ist ein Abschnitt der Buchsenaußenoberfläche **161**, der sich über den zylindrischen Abschnitt **166** der inneren Buchse erstreckt, mit einem verschleißbeständigen Material **240** beschichtet. In einer Ausführungsform ist das Material **240** eine keramische Beschichtung.

[0039] Während des Zusammenbaus der verstellbaren Leitschaufelanordnung **44** wird die radial äußere Buchse **204** mit dem Triebwerksgehäuse **50** gekoppelt, und die radial innere Buchse **140** wird mit der

verstellbaren Leitschaufel **52** gekoppelt. Insbesondere wird die radial äußere Buchse **204** mit dem Triebwerksgehäuse **50** so gekoppelt, dass eine Außenoberfläche **210** des ebenen Abschnittes **216** der Buchse der Gehäuseinnenwand **110** innerhalb des ausgesparten Abschnittes des Gehäuses gegenüberliegend positioniert ist, und so, dass die Buchseninnenkante **218** innerhalb einer Signaturaufstandsfläche des ausgesparten Abschnittes **104** des Gehäuses liegt. Die radial innere Buchse **140** wird an die verstellbare Leitschaufel **42** gemäß vorstehender Beschreibung gekoppelt. In der exemplarischen Ausführungsform wird die innere Buchse **140** auf die Leitschaufel **52** gepresst und die äußere Buchse **204** wird in das Gehäuse **50** eingepresst.

[0040] Der Buchenträger **202** wird dann mit dem Triebwerksgehäuse **50** so gekoppelt, dass der Buchenträger **202** gegen die Gehäuseinnenwand **110** innerhalb des zylindrischen Abschnittes **106** des Gehäuses gepresst wird. Der Buchenträger **202** ermöglicht das Festhalten der inneren Buchse **140**, der äußeren Buchse **204** und der Überschieberbuchse **144** in Ausrichtung zueinander. Die die innere Buchse **140** enthaltende verstellbare Leitschaufel **52** wird dann durch eine entsprechende Gehäuseöffnung **58** eingeführt. Insbesondere berührt im vollständig mit dem Gehäuse **50** zusammengebauten Zustand die innere Buchsenschulter **172** die äußere Buchse **204** angrenzend an die Kante **218** der äußeren Buchse. Die Überschieberbuchse **144** wird um den Umfang herum um den Leitschaufelschaft **54** so gekoppelt, dass die Überschieberbuchse **144** eine Trägerinnenfläche **206** der Buchse in einem Dichtungskontakt berührt, um die Verhinderung eines Luftaustrettes durch die verstellbare Leitschaufelanordnung **44** zu ermöglichen, und so, dass ein radial inneres Ende **254** der Überschieberbuchse **144** an der Buchenträgerschulter **132** positioniert wird.

[0041] Wenn die Leitschaufelanordnung **44** vollständig mit dem Gehäuse **50** unter gleichmäßiger Belastung gekoppelt ist, ermöglicht die radiale Kontaktshulter **172** einen radialen Stapelanordnungsspalt **260**, der zwischen der Buchenträgerschulter **232** und der radial inneren Buchse **140** ausgebildet ist.

[0042] Während des Betriebs berührt die Schulter **174** die äußere Buchse **204** nur unter der Extrembedingung eines Kontaktes zwischen der Schulter **172** und der Oberfläche **212**, um die Reduzierung eines Luftaustrettes durch die verstellbare Leitschaufelanordnung **44** zu ermöglichen. Jedoch ermöglicht eine relativ kleine Größe der Schulter **172** eine Minimierung des zwischen den Buchsen **140** und **204** während des Betriebs induzierten Drehmomentes. Ferner kann, da die Schulter **174** die Buchse **142** berühren kann, eine Reduzierung einer Leitschaufelkipfung ermöglicht werden. Der Buchenträger **202** ermöglicht den Austausch der äußeren Buchse ohne

eine vollständige Triebwerkszerlegung und somit ermöglicht die Buchsenanordnung **200** eine Reduzierung der Wartungskosten.

[0043] [Fig. 5](#) ist eine Teilexplosionsansicht einer verstellbaren Leitschaufelanordnung **44**, die eine alternative Ausführungsform einer Buchsenanordnung **200** enthält. Insbesondere ist die Buchsenanordnung **300** zur Verwendung mit einem alternativen Gehäuseturm **302** gedacht. Der Gehäuseturm **302** ähnelt im Wesentlichen dem (in [Fig. 3](#) dargestellten) Gehäuseturm **102**, und Komponenten in dem Gehäuseturm **302**, die identisch mit Komponenten des Gehäuseturms **102** sind, sind in [Fig. 5](#) unter Verwendung derselben Bezugszeichen wie den in [Fig. 3](#) verwendeten gekennzeichnet. Demzufolge enthält der Gehäuseturm **302** einen zusätzlichen ausgesparten Abschnitt **304**, der sich von der inneren Wand **110** des zylindrischen Abschnittes des Gehäuseturms zu dem Gehäuseturm **302** radial nach außen erstreckt, und ist axial positioniert, um sich aus dem und in den ausgesparten Abschnitt **104** zu erstrecken. Der ausgesparte Abschnitt **304** des Gehäuseturms besitzt einen in Bezug auf die Gehäuseöffnungsmittellinie **112** gemessen Durchmesser d_6 , der größer als der Durchmesser d_2 des zylindrischen Abschnittes des Gehäuseturms ist, und kleiner als der Durchmesser d_1 des ausgesparten Abschnittes des Gehäuseturms ist.

[0044] Die Buchsenanordnung **300** ist im Wesentlichen ähnlich der in [Fig. 3](#) dargestellten Buchsenanordnung **300** und Komponenten in der Buchsenanordnung **300**, die identisch mit Komponenten der Buchsenanordnung **100** sind, sind in [Fig. 5](#) unter Verwendung derselben wie der in [Fig. 3](#) verwendeten Bezugszeichen gekennzeichnet. Demzufolge enthält die Buchsenanordnung **300** eine radial innere Buchse **310**, eine radial äußere Buchse **312** und eine ringförmige Plattformdichtung **314**.

[0045] Die radial innere Buchse **310** enthält eine Außenoberfläche **320** und eine Innenoberfläche **322**. Die Buchse **310** enthält auch einen im Wesentlichen zylindrischen Abschnitt **324** und einen Plattformabschnitt **326**, der sich von dem zylindrischen Abschnitt **324** radial nach außen erstreckt. In der exemplarischen Ausführungsform ist der zylindrische Abschnitt **324** im Wesentlichen senkrecht zu dem Plattformabschnitt **326**. Eine radiale Höhe h_6 der Buchse **310** wird von dem Plattformabschnitt **326** zu einer Endfläche **328** des zylindrischen Abschnittes **324** gemessen.

[0046] Der Buchsenplattformabschnitt **326** enthält einen ausgesparten Bereich **320**, der sich von der Buchseninnenoberfläche **322** zu der Buchsenaußenoberfläche **320** hin erstreckt. Der ausgesparte Bereich **330** bildet ein Paar von Vorsprüngen **332**, die sich nach außen zu der verstellbaren Plattform **46**

von dem Buchsenplattformabschnitt **326** erstrecken. Der ausgesparte Bereich **330** hat eine zwischen den Vorsprüngen **332** gemessene Breite **334**, und eine in Bezug auf die Vorsprünge **332** gemessene Tiefe **333**. Die Plattformdichtung **314** hat eine Höhe h_5 , die größer als die Tiefe **333** des ausgesparten Bereiches ist, und eine Breite **336**, die etwas kleiner als die Breite **334** des ausgesparten Bereiches. Demzufolge wird, wenn die verstellbare Leitschaufelanordnung **44** vollständig zusammengebaut ist, ein Abschnitt der Plattformdichtung **314** innerhalb des ausgesparten Bereichs **330** in einem Dichtungskontakt zwischen den Vorsprüngen **332** aufgenommen.

[0047] Die radial äußere Buchse **312** enthält eine Innenoberfläche **340** und eine Außenoberfläche **342**. Die Buchse **312** enthält auch einen im Wesentlichen zylindrischen Abschnitt **344** und einen Halterabschnitt **346**, der sich radial außerhalb des zylindrischen Abschnittes **344** erstreckt. Insbesondere erstreckt sich in der exemplarischen Ausführungsform der Halterabschnitt **346** im Wesentlichen senkrecht aus dem zylindrischen Abschnitt **344** der Buchse zu einem äußeren Ende **350** der Buchse **312** und der zylindrische Abschnitt **344** erstreckt sich von einer inneren Endfläche **352** der Buchse **312** axial zu dem Buchsenhalterabschnitt **346**. Eine radiale Höhe h_7 der Buchse **312** wird von dem Halterabschnitt **346** zu der inneren Endfläche **352** der Buchse gemessen. Die radiale Höhe h_7 der Buchse wird verstellbar auf der Basis einer Hertzschen Kontaktpressung ausgewählt, die in die verstellbare Leitschaufelanordnung **44** induziert werden kann. Die Buchse **312** und **310** werden jeweils aus einem Material hergestellt, das mit dem Gehäuse **50** kompatibel ist.

[0048] Während des Zusammenbaus der verstellbaren Leitschaufelanordnung **44** wird die Außenoberfläche der äußeren Buchse **340** mit einem verschleißbeständigen Material **360** beschichtet, das einen relativ niedrigen Reibungskoeffizienten im Vergleich zu Materialien hat, die zur Herstellung der Buchsen **310** und **312** verwendet werden. Die radial innere Buchse **310** wird mit dem Triebwerksgehäuse **50** gekoppelt, und die radial äußere Buchse **310** mit dem Gehäuse **50** gekoppelt. Insbesondere wird die radial innere Buchse **310** mit dem Triebwerksgehäuse **5** so gekoppelt, dass die radial innere Außenoberfläche **320** der Buchse an der Gehäuseinnenwand **110** innerhalb des ausgesparten Abschnittes **104** des Gehäuses positioniert ist, und der zylindrische Abschnitt **324** der Buchse an der Gehäuseinnenwand **110** innerhalb des ausgesparten Abschnittes **304** des Gehäuses positioniert ist.

[0049] Die radial äußere Buchse **312** wird mit dem Triebwerksgehäuse **50** so gekoppelt, dass der zylindrische Abschnitt **344** der äußeren Buchse wenigstens teilweise an der Gehäuseinnenwand **110** innerhalb des zylindrischen Abschnittes **106** des Gehäu-

ses angeordnet ist, und so, dass ein Abschnitt der äußeren Buchse **312** die radial innere Buchse **314** in einem Gleitsitz überlappt. In der exemplarischen Ausführungsform werden die innere Buchse **314** und äußere Buchse **312** beide in das Gehäuse **50** eingepresst. Zusätzlich wird die radial äußere Buchse **312** mit dem Triebwerksgehäuse **50** so gekoppelt, dass ein als ein Stapelspalt bekannter vorbestimmter Spalt **354** zwischen dem Halterabschnitt **346** der radial äußeren Buchse und einer radial äußeren Kante **368** des Triebwerksgehäuses **302** ausgebildet wird. Der Spalt **364** erleichtert die Stapelung der inneren Buchse **310**, des Gehäuses **302** und der Buchse **312** so, dass ein zwischen dem Hebelarm **60** und dem äußeren Buchsenhalterabschnitt **364** ausgebildeter Spalt **376** minimiert werden kann. Die Minimierung des Spaltes **376** ermöglicht die Minimierung eines Luftaustrettes durch die verstellbare Leitschaufelanordnung **44**. Der Spalt **364** ermöglicht auch den Austausch der Buchsen **312** ohne vollständige Triebwerkszerlegung und somit ermöglicht die Buchsenanordnung **300** eine Reduzierung der Wartungskosten.

[0050] Eine Plattformdichtung **314** wird dann auf der verstellbaren Leitschaufel **52** angeordnet. Die verstellbare Leitschaufel **52** wird dann durch eine entsprechende Gehäuseöffnung **58** und den Hebelarm **60** eingeführt, bevor sie mit dem Gehäuse **50** über ein Befestigungselement **370** so gekoppelt wird, dass die Plattformdichtung **314** in einem Dichtungskontakt innerhalb des ausgesparten Bereichs **330** der inneren Buchse aufgenommen wird. Insbesondere steht in einem vollständig gekoppelten Zustand mit dem Gehäuse **50** das verschleißbeständige Material **360** der äußeren Buchse mit dem Leitschaufelschaft **54** entlang dem zylindrischen und Halteabschnitt **344** der äußeren Buchse und entlang der Oberfläche **371** in einem Dichtungskontakt, um eine Luftaustrittsverhinderung innerhalb der verstellbaren Leitschaufelanordnung **44** zu ermöglichen.

[0051] Zusätzlich wird, wenn die verstellbare Leitschaufel **52** mit dem Gehäuse **50** gekoppelt wird, ein vorbestimmter Zusammenbau/Zerlegungs-Spalt **376** zwischen dem Hebelarm **60** und dem Halteabschnitt **376** der äußeren Buchse ausgebildet.

[0052] [Fig. 6](#) ist eine Teilexplosionsansicht einer verstellbaren Leitschaufelanordnung **44**, die eine weitere alternative Ausführungsform einer Buchsenanordnung **400** enthält. Insbesondere ist die Buchsenanordnung **400** zur Verwendung mit dem Gehäuseturm **302** gedacht. Die Buchsenanordnung **400** ähnelt im Wesentlichen der (in [Fig. 3](#) dargestellten) Buchsenanordnung **300**, und Komponenten in der Buchsenanordnung **400**, die identisch mit Komponenten des Buchsenanordnung **30** sind, sind in [Fig. 5](#) unter Verwendung derselben Bezugszeichen wie den in [Fig. 3](#) verwendeten gekennzeichnet. Demzufolge

enthält die Buchsenanordnung **400** eine radial innere Buchse **310** und eine ringförmige Plattformdichtung **314**. Die Buchsenanordnung **400** enthält auch einen Buchsenträger **402**, einen ringförmigen äußeren radialen Abstandshalter **404**, und eine äußere Zapfenbuchse **406** und einen inneren Zapfen **408**. Die äußere radiale Scheibe **404** ähnelt im Wesentlichen der Plattformdichtung **314** und erstreckt sich um die Leitschaufel **57** sowohl zwischen den äußeren Zapfenlagern **406**, als auch dem Buchsenträger **402** und dem Hebelarm **60**.

[0053] Der Buchsenträger **402** enthält eine Außenoberfläche **410** und eine Innenoberfläche **412**. Der Buchsenträger **402** enthält auch einen im Wesentlichen zylindrischen Abschnitt **414** und einen Halteabschnitt **416**, der sich von dem zylindrischen Abschnitt **414** radial nach außen erstreckt. Insbesondere erstreckt sich in der exemplarischen Ausführungsform der Halteabschnitt **416** im Wesentlichen senkrecht aus dem zylindrischen Abschnitt **414** der Buchse angrenzend an den Hebelarm **60**. Der zylindrische Abschnitt **414** des Buchsenträgers erstreckt sich aus dem Halteabschnitt **416** zu einer inneren Haltevorrichtung **420**, die sich radial nach innen von dem zylindrischen Abschnitt **414** angrenzend an die Leitschaufelplatte **56** erstreckt.

[0054] Die äußere Zapfenbuchse **406** und innere Zapfenbuchse **408** erstrecken sich in Umfangsrichtung um den Schaft **54** der verstellbaren Leitschaufel so, dass eine Innenoberfläche **430** und **432** der jeweiligen Buchse **406** und **408** in einem Dichtungskontakt an der Außenoberfläche **122** des Leitschaufelschaftes anliegt. Insbesondere ist die äußere Zapfenbuchse **406** im Wesentlichen zylindrisch und besitzt einen Außendurchmesser d_{10} , der im Wesentlichen zwischen einem radial äußeren Ende **440** und einem radial inneren Ende **442** konstant ist. Die innere Zapfenbuchse **408** ist ebenfalls im Wesentlichen zylindrisch und weist einen Aussendruckmesser d_{11} auf, der im Wesentlichen zwischen einem radial äußeren Ende **446** und einem radial inneren Ende **448** konstant ist. Eine Dichtung **450** erstreckt sich zwischen den äußeren bzw. inneren Zapfenbuchsen **406** und **408** um den Schaft **54** der Leitschaufel.

[0055] Während des Zusammenbaus der verstellbaren Leitschaufelanordnung **44** wird die radial innere Buchse **310** mit dem Triebwerksgehäuse **50** gemäß vorstehender Beschreibung gekoppelt und der Buchsenträger **401** wird mit dem Triebwerksgehäuse **50** und der radial inneren Buchse **310** gekoppelt. Insbesondere wird der Buchsenträger **402** in das Triebwerksgehäuse innerhalb eines Abschnittes eines zylindrischen Abschnittes **414** des Buchsenträgers, das heißt, angrenzend an den Buchsenträgerhalterabschnitt eingepresst. Nach der Einpressung gemäß vorstehender Beschreibung befindet sich ein Abschnitt des Buchsenträgers **402** angrenzend an die

radial innere Buchse **310** in einem Gleitsitz mit der radial inneren Buchse **310**. Die äußere Zapfenbuchse **406** und innere Zapfenbuchse **408** werden jeweils mit dem Leitschaufelschaft **54** so gekoppelt, dass die Dichtung **450** zwischen den Buchsen **406** und **508** liegt.

[0056] Die verstellbare Leitschaufel **52** wird dann durch eine entsprechende Gehäuseöffnung **58** und den Hebelarm **60** vor einer Kopplung mit dem Gehäuse **50** mittels eines Befestigungselementes **270** eingeführt. Im vollständig gekoppelten Zustand mit dem Gehäuse **50** sind die Zapfenbusen **406** und **408** in einem Dichtungskontakt zwischen dem Buchenträger **420** angeordnet, um eine Luftaustrittsverhinderung durch die VSV-Anordnung **44** zu ermöglichen. Ferner ist im vollständig mit dem Gehäuse **50** gekoppelten Zustand die Haltevorrichtung **420** des Buchenträgers mit dem äußeren Zapfenbuchsenende **410** gekoppelt und ein vorbestimmter Spalt **476** ist zwischen dem Buchenträger **420** und dem Triebwerksgehäuse **50** ausgebildet. Der Spalt **476** ermöglicht einen Buchsenauftausch ohne vollständige Triebwerkszerlegung, und somit ermöglicht die Buchsenanordnung **400** eine Reduzierung der Wartungskosten.

[0057] Die vorstehend beschriebenen verstellbaren Leitschaufelanordnungen sind kosteneffektiv und hochzuverlässig. Die VSV-Anordnung enthält eine Buchsenanordnung, die die Reduzierung eines Gasaustrittes durch die VSV ermöglicht, und somit den Buchsenverschleiß innerhalb der VSV-Anordnung reduziert. Die Buchsenanordnung enthält eine erste Buchse, die in das Triebwerksgehäuse eingepresst ist und eine zweite Buchse, die mit der VSV-Anordnung so gekoppelt ist, dass die Buchsenanordnung extern ohne vollständige Triebwerkszerlegung ausgetauscht werden kann. Ferner ermöglicht, da die Buchsenanordnung aus unterschiedlichen Materialien hergestellt werden kann, die VSV-Anordnung eine effiziente Lastübertragung mit geringer Reibung zwischen der verstellbaren Leitschaufel und dem Gehäuse. Demzufolge ermöglicht die Buchsenanordnung die Verlängerung der Nutzungslebensdauer des Schaftes der VSV-Anordnung in einer kosteffektiven und zuverlässigen Weise.

[0058] Exemplarische Ausführungsformen von VSV-Anordnungen wurden vorstehend im Detail beschrieben. Die Systeme sind nicht auf die hierin beschriebenen spezifischen Ausführungsformen beschränkt, sondern Komponenten jeder Anordnung können unabhängig und getrennt von anderen hierin beschriebenen Komponenten verwendet werden. Jede VSV-Anordnungskomponente kann auch in Kombination mit anderen VSV-Anordnungskomponenten verwendet werden.

Patentansprüche

1. Verfahren zur Kopplung einer verstellbaren Leitschaufelanordnung (**44**) für ein Gasturbintriebwerk (**10**), das ein Gehäuse (**50**) enthält, wobei die verstellbare Leitschaufelanordnung eine Buchsenanordnung (**100**) und wenigstens eine verstellbare Leitschaufel (**52**) enthält, die eine Plattform (**56**) und einen Schaufelschaft (**54**) enthält, wobei das Verfahren die Schritte aufweist, dass:

eine erste Buchse (**142**) mit dem Triebwerkgehäuse im Presssitz gekoppelt wird;
eine zweite Buchse (**140**) mit der verstellbaren Leitschaufel gekoppelt wird;
die verstellbare Leitschaufel mit dem Motorgehäuse derart gekoppelt wird, dass wenigstens ein Teil der ersten Buchse zwischen dem Triebwerkgehäuse und der zweiten Buchse angeordnet ist und das wenigstens ein Teil der zweiten Buchse zwischen der ersten Buchse und dem Schaufelschaft angeordnet ist; und **dadurch gekennzeichnet**, dass
ein vorbestimmter Spalt (**190**) gebildet wird, der zwischen der ersten und der zweiten Buchse festgelegt ist.

2. Verstellbare Leitschaufelanordnung (**44**) für ein Gasturbintriebwerk (**10**), das ein Gehäuse (**50**) enthält, wobei die verstellbare Leitschaufelanordnung aufweist:

eine verstellbare Leitschaufel (**52**), die eine Plattform (**56**) und einen Schaufelschaft (**54**) aufweist, der von der Plattform nach außen ragt;
eine Buchsenanordnung (**100**), die eine äußere Buchse (**142**) und eine innere Buchse (**140**) aufweist, wobei die äußere Buchse radial außerhalb von der Innenbuchse derart angeordnet ist, dass wenigstens ein Teil der äußeren Buchse zwischen dem Gasturbintriebwerksgehäuse und der Innenbuchse positioniert ist und dass wenigstens ein Teil der Innenbuchse mit dem Schaufelschaft der Leitschaufelanordnung in Anlage positioniert ist; und **dadurch gekennzeichnet**, dass
die äußere Buchse gegen das Triebwerksgehäuse in Anlage derart positioniert ist, dass ein vorbestimmter Spalt (**190**) zwischen der inneren und der äußeren Buchse der Buchsenanordnung gebildet ist.

3. Verstellbare Leitschaufelanordnung (**44**) nach Anspruch 2, wobei die Buchsenanordnung (**100**) ferner eine Überschieberbuchse (**144**) aufweist, wobei die äußere und die innere Buchse (**142, 140**) zwischen der Überschieberbuchse und der Plattform (**56**) der Leitschaufelanordnung angeordnet sind.

4. Verstellbare Leitschaufelanordnung (**44**) nach Anspruch 2, wobei wenigstens eine der inneren und der äußeren Buchse (**140, 142**) wenigstens eine Schulter (**172**) aufweist, die sich von wenigstens einer der inneren und der äußeren Buchse nach außen erstreckt, um mit der anderen Buchse der Buchsen-

nordnung in Verbindung zu treten, wobei die Schulter eine Reduktion des Verschleißes zwischen der inneren und der äußeren Buchse unterstützt.

5. Verstellbare Leitschaufelanordnung (44) nach Anspruch 2, wobei die Buchsenanordnung (100) ferner einen Buchsenträger (202) aufweist, der konfiguriert ist, um wenigstens eine der inneren und der äußeren Buchse (140, 142) abzustützen.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen

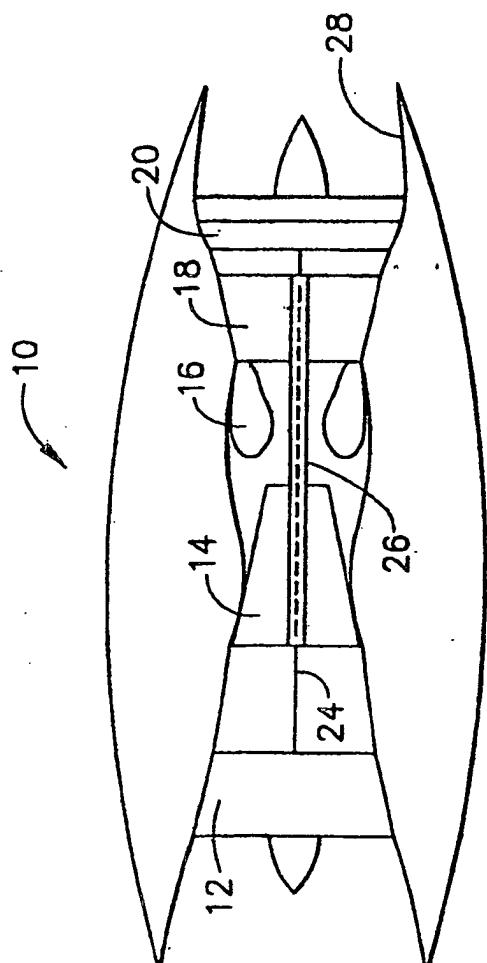


FIG. 1

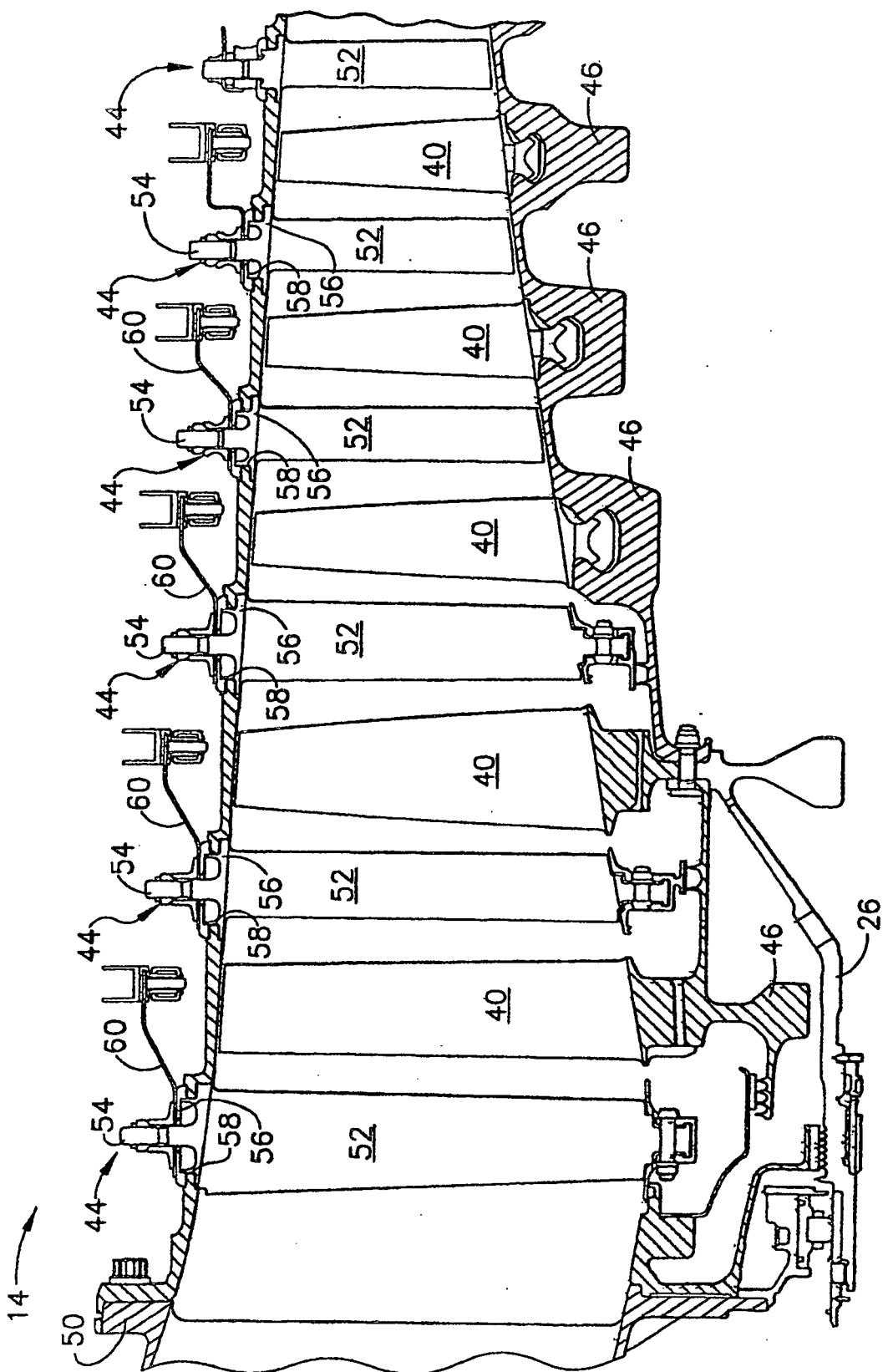
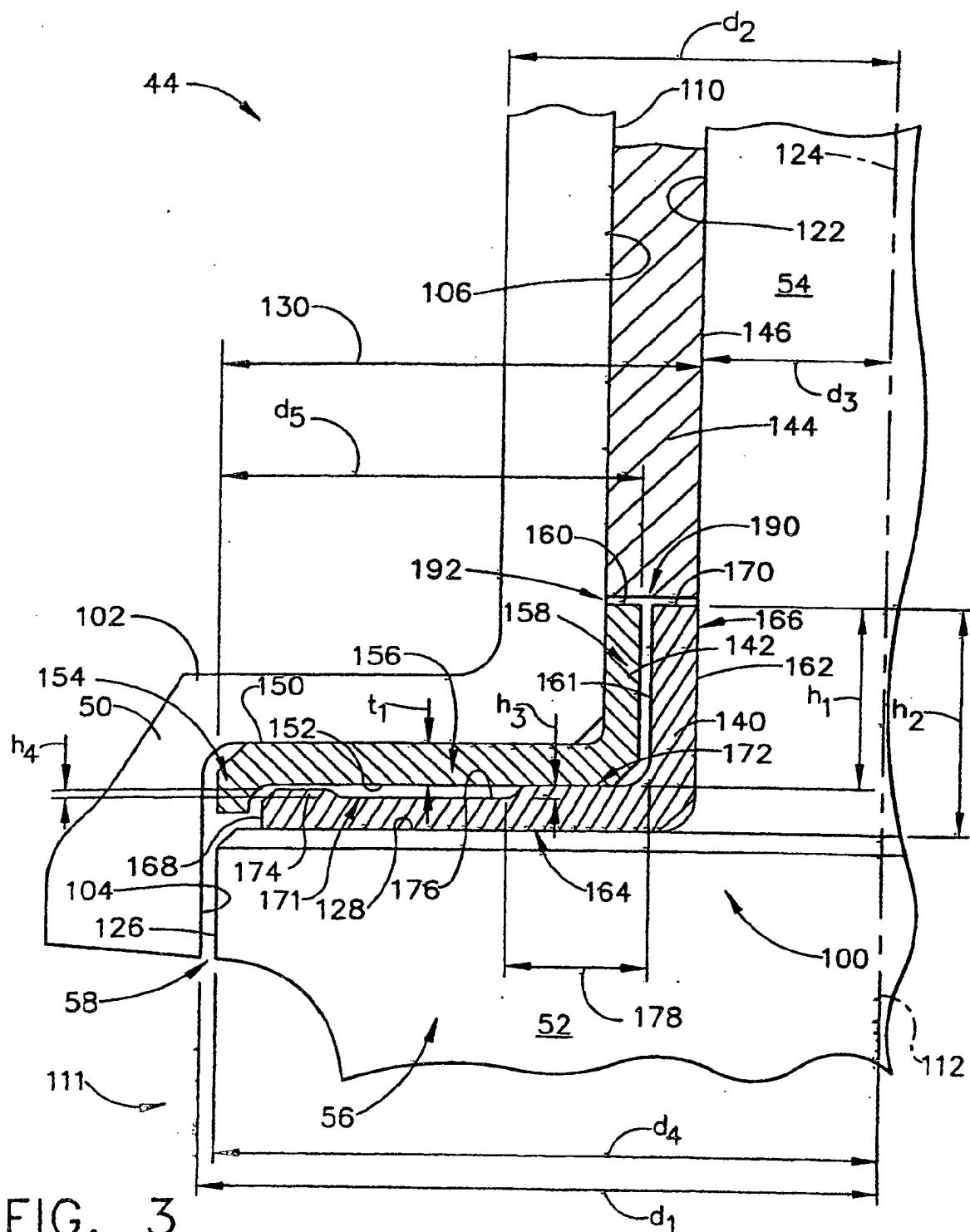


FIG. 2



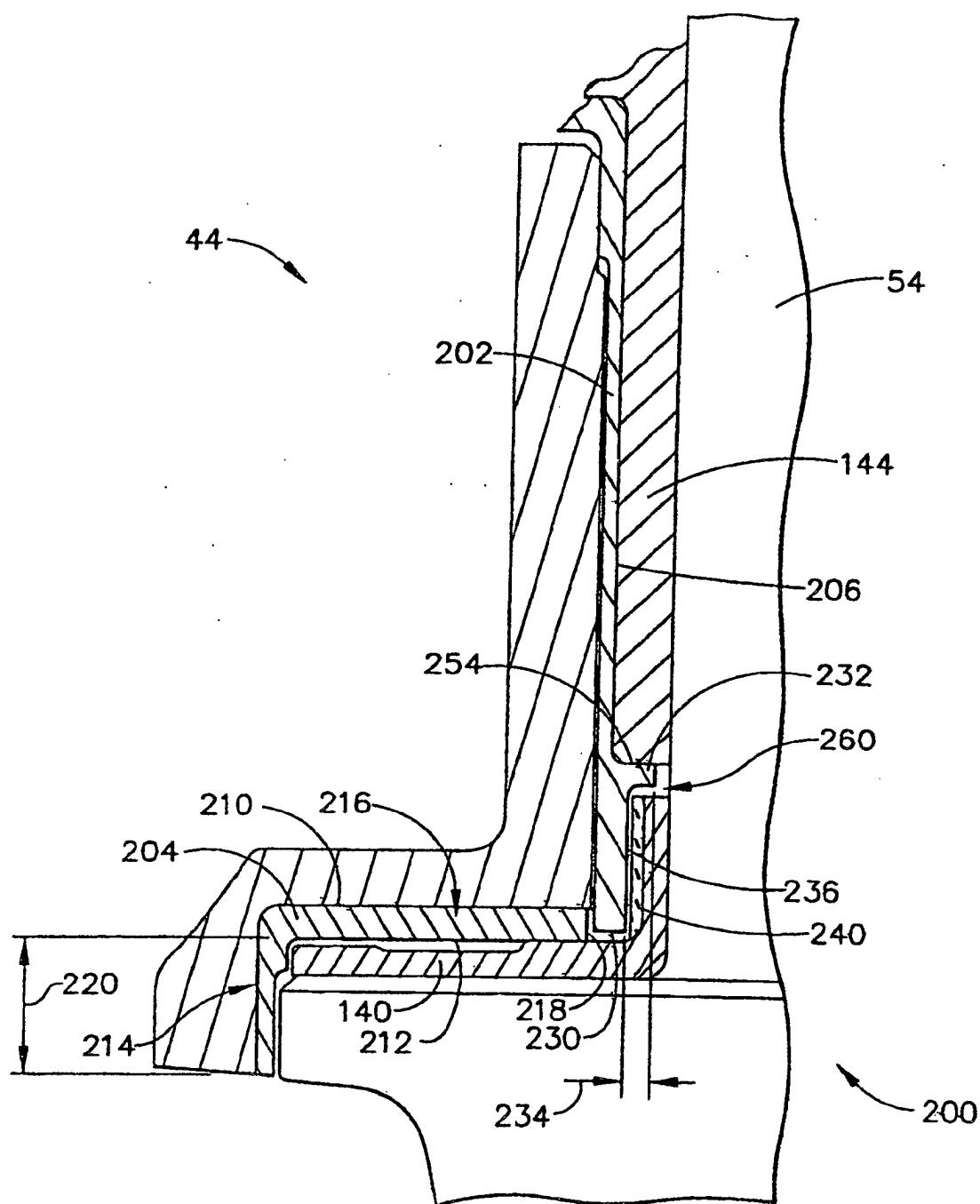


FIG. 4

5/6

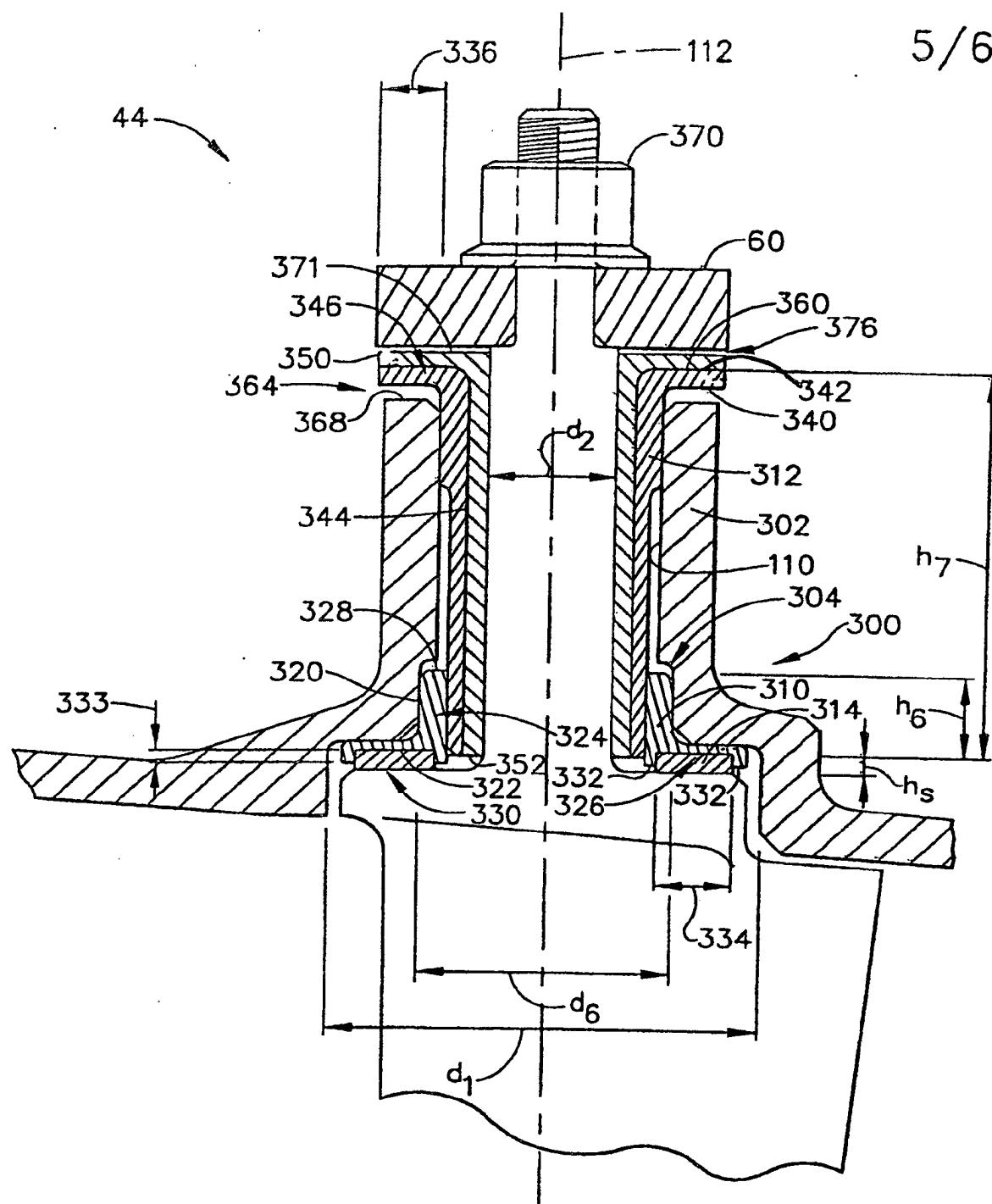


FIG. 5

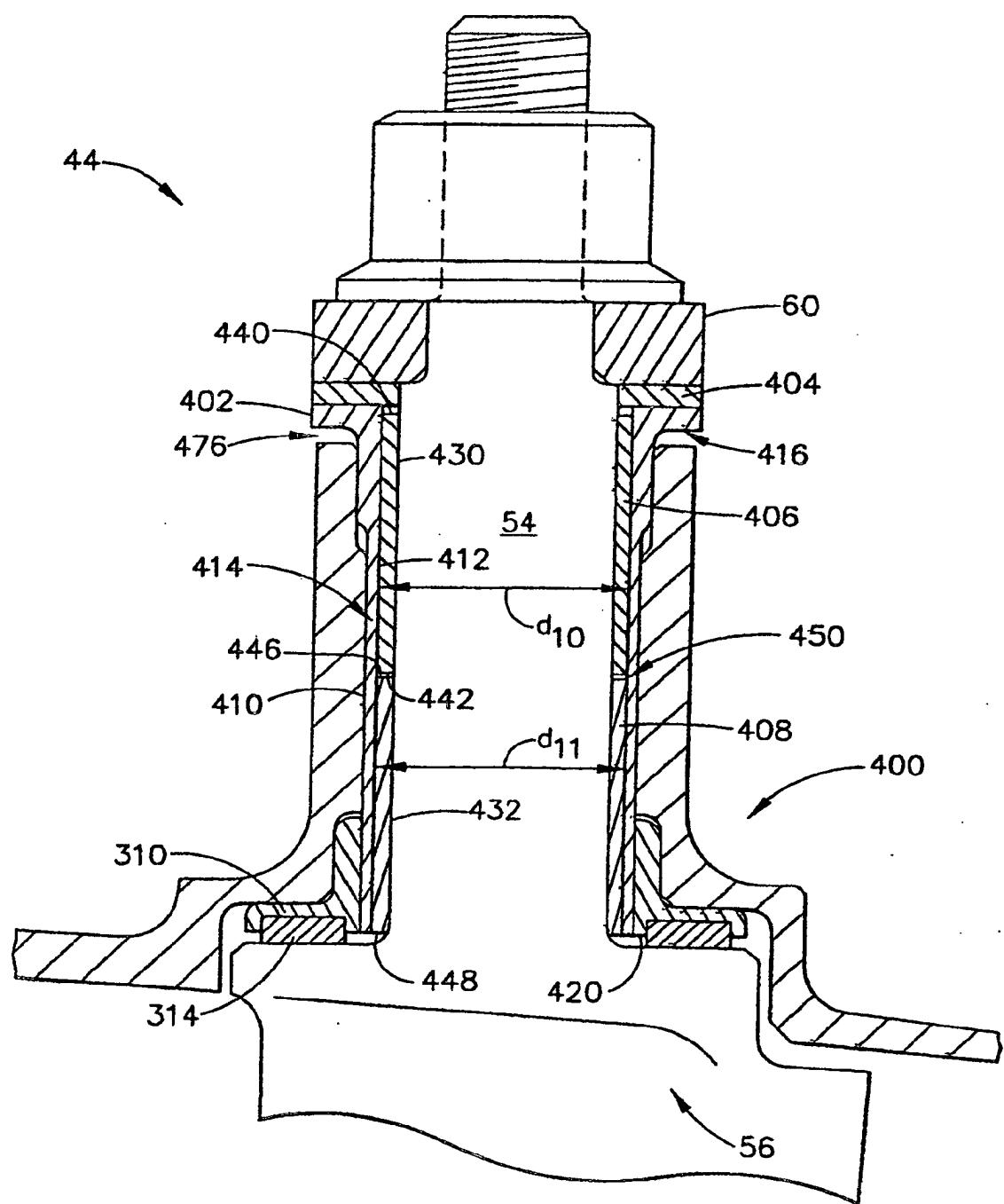


FIG. 6