



(10) **DE 10 2011 053 764 B4** 2022.10.06

(12)

## Patentschrift

(21) Aktenzeichen: **10 2011 053 764.3**  
(22) Anmeldetag: **19.09.2011**  
(43) Offenlegungstag: **29.03.2012**  
(45) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung: **06.10.2022**

(51) Int Cl.: **F01D 17/16** (2006.01)  
**F01D 25/24** (2006.01)  
**F01D 9/04** (2006.01)

Innerhalb von neun Monaten nach Veröffentlichung der Patenterteilung kann nach § 59 Patentgesetz gegen das Patent Einspruch erhoben werden. Der Einspruch ist schriftlich zu erklären und zu begründen. Innerhalb der Einspruchsfrist ist eine Einspruchsgebühr in Höhe von 200 Euro zu entrichten (§ 6 Patentkostengesetz in Verbindung mit der Anlage zu § 2 Abs. 1 Patentkostengesetz).

(30) Unionspriorität:  
**12/892,301**                      **28.09.2010**      **US**

(73) Patentinhaber:  
**General Electric Company, Schenectady, NY, US**

(74) Vertreter:  
**Rüger Abel Patent- und Rechtsanwälte, 73728  
Esslingen, DE**

(72) Erfinder:  
**Jarrett, Jr., Harry McFarland, Greenville, South  
Carolina, US; Lammas, Andrew John, Greenville,  
S.C., US; Howard, Michael Christopher,  
Greenville, South Carolina, US**

(56) Ermittelter Stand der Technik:

<b>DE</b>	<b>103 52 099</b>	<b>A1</b>
<b>US</b>	<b>3 788 763</b>	<b>A</b>

(54) Bezeichnung: **Befestigungsbolzen für eine verstellbare Leitschaufelanordnung eines Turbinenverdichters**

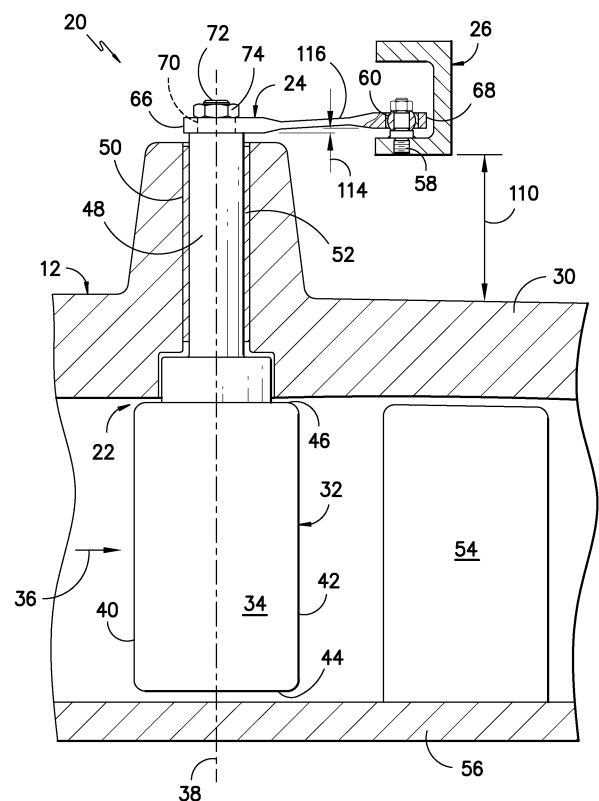
(57) Hauptanspruch: Befestigungsbolzen (58) für eine verstellbare Leitschaufelanordnung (20), wobei die verstellbare Leitschaufelanordnung (20) einen mit mehreren Hebelarmen (24) gekoppelten Synchronring (26) enthält, wobei die verstellbare Leitschaufelanordnung (20) ferner mehrere Drehbefestigungsvorrichtungen (60) aufweist, die dafür ausgelegt sind, die mehreren Hebelarme (24) mit dem Synchronring (26) zu koppeln, wobei der Befestigungsbolzen aufweist:

ein unteres Segment (78) mit einer Form und Ausgestaltung, die zur Befestigung an dem Synchronring (26) angepasst ist, wobei das untere Segment (78) mit einem Gewinde versehen und für eine Befestigung in einem entsprechenden Gewindeloch (94) ausgelegt ist, das in dem Synchronring (26) definiert ist;

ein Mittelsegment (80) mit einer Form und Ausgestaltung, die zur Aufnahme einer Drehbefestigungsvorrichtung (60) von den mehreren Drehbefestigungsvorrichtungen (60) angepasst ist;

ein Absatzsegment (84) das zwischen dem unteren Segment (78) und dem Mittelsegment (80) angeordnet ist;

ein oberes Segment (82) mit einer Form und Ausgestaltung, die zum Aufnehmen einer Haltevorrichtung (102) angepasst ist, die dafür ausgelegt ist, die Drehbefestigungsvorrichtung (60) an dem Befestigungsbolzen (58) starr zu befestigen.



**Beschreibung**

## Gebiet der Erfindung

**[0001]** Der vorliegende Erfindungsgegenstand betrifft allgemein Gasturbinen und insbesondere einen Befestigungsbolzen für eine verstellbare Leitschaufelanordnung eines Verdichters.

## Hintergrund der Erfindung

**[0002]** Gasturbinen enthalten üblicherweise einen Verdichter, mehrere Brenner und einen Turbinenabschnitt. Der Verdichter setzt die in die Turbine strömende Luft unter Druck. Die von dem Verdichter abgegebene, unter Druck stehende Luft strömt in die Brenner. Die in die Brenner eintretende Luft wird mit dem Brennstoff vermischt und verbrannt. Heiße Verbrennungsgase strömen aus jedem Brenner durch ein Übergangsstück zu dem Turbinenabschnitt der Gasturbine, um die Turbine anzutreiben und Energie zu erzeugen.

**[0003]** Ein typischer Verdichter für eine Gasturbine kann als ein mehrstufiger Axialverdichter ausgebildet sein und kann sowohl rotierende als auch feststehende Komponenten enthalten. Eine Welle treibt eine zentrale Rotortrommel oder ein Rotorrad an, welches eine Anzahl ringförmiger Rotoren besitzt. Rotorstufen des Verdichters rotieren zwischen einer ähnlichen Anzahl feststehender Statorstufen, wobei jede Rotorstufe mehrere an dem Rotorrad befestigte Rotorlaufschaufeln enthält und jede Statorstufe mehrere an einem Außengehäuse des Verdichters befestigte Statorleitschaufeln enthält. Während des Betriebs passiert der Luftstrom die Verdichterstufen und wird schrittweise verdichtet, wobei jede nachfolgende stromabwärts liegende Stufe den Druck erhöht, bis die Luft aus dem Verdichterauslass mit einem maximalen Druck abgegeben wird.

**[0004]** Um die Leistung eines Verdichters zu verbessern, können eine oder mehrere von den Statorstufen verstellbare Statorleitschaufeln enthalten, die für eine Drehung um ihre Längs- oder Radialachsen ausgelegt sind. Derartige verstellbare Statorleitschaufeln ermöglichen im Allgemeinen eine Verbesserung des Verdichterwirkungsgrades und des Betriebsverhaltens durch Steuerung der in den und durch den Verdichter strömenden Luftmenge durch Verdrehen des Winkels, in welchem die Statorleitschaufeln in Bezug auf den Luftstrom ausgerichtet sind. Das Verdrehen der verstellbaren Statorleitschaufeln wird im Wesentlichen durch die Anbringung eines Hebelarmes an jeder Statorleitschaufel und die Verbindung jedes einzelnen Hebels mit einem Gleichbewegungs- oder Synchronring erreicht, der im Wesentlichen konzentrisch in Bezug zu dem Verdichtergehäuse angeordnet ist. Der Synchronring ist wiederum mit einem Aktuator gekop-

pelt, der dafür ausgelegt ist, den Ring um die Mittenachse des Verdichters zu drehen. Sobald der Synchronring durch den Aktuator gedreht wird, werden die Hebelarme dementsprechend gedreht, um dadurch eine Drehung jeder Statorleitschaufel um ihre Radial- oder Längsachse zu bewirken.

**[0005]** Derzeitige Synchronring- und Hebelarm-Anordnungen legen die Hebelarme im Wesentlichen dafür aus, dass sie mit dem Synchronring einen Gleiteingriff an der Drehschnittstelle zwischen derartigen Komponenten haben. Insbesondere ist der Hebelarm typischerweise dafür ausgelegt, radial und/oder in Umfangsrichtung an der Drehschnittstelle zwischen dem Hebelarm und dem Synchronring zu gleiten, sobald der Ring gedreht wird. Dieser Gleiteingriff erzeugt generell einen übermäßigen Verschleiß der an dieser Gleitschnittstelle angeordneten Anordnungskomponenten. Ferner stellt der in herkömmlichen Anordnungen verwendete Gleiteingriff oft eine unzureichende Unterstützung für den Synchronring bereit. Insbesondere tragen die auf der Oberseite des Synchronringes angeordneten Hebelarme aufgrund der zwischen den Hebelarmen und dem Synchronring während der Drehung des Ringes gegebenen relativen Gleitbeweglichkeit nichts von dem Ringgewicht. Demzufolge müssen die um die Unterseite des Synchronrings angeordneten Hebelarme das volle Gewicht des Ringes abstützen. Eine derartige ungleichmäßige Abstützung kann sogar zu noch stärkerem Verschleiß der an den Befestigungsschnittstellen zwischen den Hebelarmen und dem Synchronring angeordneten Komponenten führen. Ferner kann eine unzureichende Abstützung auch zu einem übermäßigen Verschleiß an den Gleitstücken führen, die in Umfangsrichtung in Abstand um das Verdichtergehäuse herum angeordnet sind, da die Gleitstücke dazu genutzt werden müssen, einen Teil des Ringgewichtes zu tragen.

**[0006]** US 3 788 763 A offenbart einen Befestigungsbolzen für eine verstellbare Leitschaufelanordnung, wobei die verstellbare Leitschaufelanordnung einen mit mehreren Hebelarmen gekoppelten Synchronring enthält und ferner mehrere Drehbefestigungsvorrichtungen aufweist, die dafür ausgelegt sind, die mehreren Hebelarme mit dem Synchronring zu koppeln. Der Befestigungsbolzen enthält ein unteres Segment, ein Mittelsegment und ein oberes Segment, die durch Abschnitte eines Hohlniets gebildet sind, sowie ein Absatzsegment. Das untere Segment des Hohlniets ist konisch gestaltet und für eine Befestigung an einem entsprechenden konischen Abschnitt des Synchronrings angepasst. Das Mittelsegment des Hohlniets hat eine zylindrische Form, die für eine Aufnahme einer Drehbefestigungsvorrichtung der verstellbaren Leitschaufelanordnung angepasst ist. Das obere Segment hat eine konische Form, die zum Aufnehmen einer Haltevorrichtung angepasst ist, die die Drehbefestigungsvorrichtung

an dem Befestigungsbolzen starr befestigt. Das Absatzsegment ist durch eine Distanzscheibe gebildet, die zwischen dem Mittelsegment und dem oberen Segment angeordnet ist.

**[0007]** DE 103 52 099 A1 offenbart einen Befestigungsbolzen für eine verstellbare Leitschaukelanordnung, die einen Synchronring aufweist, der über Drehbefestigungsvorrichtungen mit mehreren Hebelarmen gekoppelt ist. Der Befestigungsbolzen enthält ein zylindrisches unteres Segment, das zur Aufnahme in einem unteren Schenkel des Synchronrings passend gestaltet ist, ein Mittelsegment, das zur Aufnahme eines Endes eines Stellhebels einer Drehbefestigungsvorrichtung der verstellbaren Leitschaukelanordnung angepasst ist, ein Absatzsegment zwischen dem unteren Segment und dem Mittelsegment und ein oberes Segment in Form eines zylindrischen Bolzenabschnitts mit einem verbreiterten äußeren Kopf, der in einer Aussparung in einem oberen Schenkel des Synchronrings aufgenommen ist.

**[0008]** Demzufolge wäre im vorliegenden Fachgebiet ein Befestigungsbolzen für eine verstellbare Leitschaukelanordnung willkommen, die für eine Verringerung des Verschleißes in der Anordnung sorgt.

#### Kurzbeschreibung der Erfindung

**[0009]** Aspekte und Vorteile der Erfindung werden zum Teil in der nachstehenden Beschreibung dargestellt oder können aus der Beschreibung ersichtlich werden oder durch die praktische Ausführung der Erfindung erkannt werden.

**[0010]** In einem Aspekt offenbart der vorliegende Erfindungsgegenstand einen Befestigungsbolzen für eine verstellbare Leitschaukelanordnung, wobei die verstellbare Leitschaukelanordnung einen mit mehreren Hebelarmen gekoppelten Synchronring enthält und ferner mehrere Drehbefestigungsvorrichtungen aufweist, die dafür ausgelegt sind, die mehreren Hebelarme mit dem Synchronring zu koppeln. Der Befestigungsbolzen enthält ein unteres Segment, ein Mittelsegment, ein oberes Segment und ein Absatzsegment. Das untere Segment hat eine Form und Ausgestaltung, die für eine Befestigung an dem Synchronring der verstellbaren Leitschaukelanordnung angepasst ist. Das untere Segment ist mit einem Gewinde versehen und für eine Befestigung in einem entsprechenden Gewindeloch ausgelegt, das in dem Synchronring definiert ist. Das Mittelsegment hat eine Form und Ausgestaltung, die für eine Aufnahme einer Drehbefestigungsvorrichtung der verstellbaren Leitschaukelanordnung angepasst ist. Das Absatzsegment ist zwischen dem unteren Segment und dem Mittelsegment angeordnet. Das obere Segment hat eine Form und Ausgestaltung, die zum Aufnehmen einer Haltevorrichtung angepasst ist, die

dafür ausgelegt, die Drehbefestigungsvorrichtung an dem Befestigungsbolzen starr zu befestigen.

**[0011]** In einem weiteren Aspekt offenbart der vorliegende Erfindungsgegenstand einen Befestigungsbolzen für eine verstellbare Leitschaukelanordnung, wobei die verstellbare Leitschaukelanordnung einen mit mehreren Hebelarmen gekoppelten Synchronring enthält und ferner mehrere Lager aufweist, die dafür ausgelegt sind, die mehreren Hebelarme mit dem Synchronring zu koppeln. Der Befestigungsbolzen enthält ein unteres Gewindesegment, ein Mittelsegment, ein oberes Gewindesegment und ein Absatzsegment, wobei jedes von den Segmenten koaxial zu einer Mittenachse des Befestigungsbolzens ausgerichtet ist. Das untere Gewindesegment hat eine Form und Ausgestaltung, die für eine Befestigung in einem in einem Synchronring der verstellbaren Leitschaukelanordnung definierten entsprechenden Gewindeloch angepasst ist. Das Mittelsegment definiert eine Lageroberfläche, die so ausgelegt ist, dass ein Lager der verstellbaren Leitschaukelanordnung darauf befestigt werden kann. Das Absatzsegment ist zwischen dem unteren Gewindesegment und dem Mittelsegment angeordnet und für eine Befestigung an einer Oberfläche des Synchronrings ausgelegt. Das obere Gewindesegment hat eine Form und Ausgestaltung, die zum Aufnehmen einer mit Gewinde versehenen Haltevorrichtung angepasst ist, die dafür ausgelegt ist, das Lager an dem Befestigungsbolzen starr zu befestigen.

**[0012]** Diese und weitere Merkmale, Aspekte und Vorteile der vorliegenden Erfindung werden durch Bezugnahme auf die nachstehende Beschreibung und die beigefügten Ansprüche besser verständlich. Die beigefügten Zeichnungen, welche in dieser Patentschrift enthalten sind und einen Teil davon bilden, veranschaulichen Ausführungsformen der Erfindung und dienen zusammen mit der Beschreibung zur Erläuterung der Prinzipien der Erfindung.

#### Figurenliste

**[0013]** Eine vollständige und grundlegende Beschreibung der vorliegenden Erfindung einschließlich ihrer besten Ausführungsart, die sich an den Fachmann richtet, wird nachstehend in der Patentschrift dargestellt, welche auf die beigefügten Zeichnungen Bezug nimmt, in welchen:

**Fig. 1** eine schematische Darstellung einer Gasturbine liefert;

**Fig. 2** eine Querschnittsansicht einer Ausführungsform einer verstellbaren Leitschaukelanordnung gemäß Aspekten des vorliegenden Erfindungsgegenstandes liefert, welche insbesondere die mit einer von mehreren verstellbaren Statorleitschaukeln eines Verdichters ver-

bundene verstellbare Leitschaufelanordnung darstellt;

**Fig. 3** eine vergrößerte Ansicht eines Abschnittes der Ausführungsform der in **Fig. 2** dargestellten verstellbaren Leitschaufelanordnung liefert, welche insbesondere die Befestigung des Hebelarms an dem Synchronring darstellt; und

**Fig. 4** eine perspektivische Teilansicht einer Ausführungsform der verstellbaren Leitschaufelanordnung liefert, welche insbesondere den Synchronring und eine mit dem Betätigungsring gekoppelte Betätigungsvorrichtung darstellt.

#### Detaillierte Beschreibung der Erfindung

**[0014]** Es wird nun detaillierter Bezug auf Ausführungsformen der Erfindung genommen, wovon ein oder mehrere Beispiele in den Zeichnungen dargestellt sind. Jedes Beispiel wird im Rahmen einer Erläuterung der Erfindung und nicht zu einer Einschränkung der Erfindung gegeben. Tatsächlich dürfte es für den Fachmann ersichtlich sein, dass verschiedene Modifikationen und Varianten in der vorliegenden Erfindung ohne Abweichung von dem Schutzbereich oder dem Erfindungsgedanken der Erfindung vorgenommen werden können. Beispielsweise können als Teil einer Ausführungsform dargestellte und beschriebene Merkmale bei einer weiteren Ausführungsform genutzt werden, um noch eine weitere Ausführungsform zu erhalten. Somit soll die vorliegende Erfindung derartige Modifikationen und Varianten abdecken, soweit sie in den Schutzbereich der beigefügten Ansprüche und deren Äquivalente fallen.

**[0015]** In den Zeichnungen zeigt **Fig. 1** eine schematische Darstellung einer Gasturbine 10. Die Gasturbine 10 enthält einen Verdichter 12, mehrere Brenner 14 und einen Turbinenabschnitt 16. Der Verdichter 12 und der Turbinenabschnitt 16 können im Wesentlichen durch eine Welle 18 gekoppelt sein. Die Welle 18 kann nur eine Welle sein oder aus mehreren Wellensegmenten bestehen, die miteinander zum Ausbilden der Welle 18 gekoppelt sind. In einer Ausführungsform kann der Verdichter 12 aus einem mehrstufigen Axialverdichter mit mehreren entsprechenden Rotor- und Statorstufen bestehen. In einer derartigen Ausführungsform können eine oder mehrere von den Statorstufen mehrere verstellbare Statorleitschaufeln enthalten. Beispielsweise kann der Verdichter 12 mehrere feste Statorleitschaufeln in seinen stromabwärts liegenden Stufen enthalten, während die verstellbaren Leitschaufeln in seinen stromaufwärts liegenden Stufen angeordnet sind. Alternativ können alle Statorstufen eines Verdichters 12 verstellbare Statorleitschaufeln enthalten.

**[0016]** Während des Betriebs der Gasturbine 10 liefert der Verdichter 12 verdichtete Luft an die Brenner

14. Luft und Brennstoff werden vermischt und in jedem Brenner 14 verbrannt und heiße Verbrennungsgase strömen in einem Heißgaspfad aus den Brennern 14 zu dem Turbinenabschnitt 16, in welchem den Verbrennungsgasen Energie zum Erzeugen von Arbeit entzogen wird.

**[0017]** In den **Fig. 2 - Fig. 4** sind verschiedene Ansichten von Ausführungsformen einer verstellbaren Leitschaufelanordnung 20 zur Betätigung mehrerer verstellbarer Statorleitschaufeln 22 gemäß Aspekten des vorliegenden Erfindungsgegenstandes dargestellt. Insbesondere stellt **Fig. 2** eine Querschnittsansicht einer Ausführungsform der beschriebenen verstellbaren Leitschaufelanordnung 20 dar, die mit einer der Statorleitschaufeln 22 gekoppelt ist. **Fig. 3** stellt eine vergrößerte Ansicht eines Abschnittes der in **Fig. 2** dargestellten verstellbaren Leitschaufelanordnung 20 dar, welche insbesondere die Befestigung des Hebelarms 24 an dem Synchronring 26 veranschaulicht. Zusätzlich stellt **Fig. 4** eine perspektivische Teilansicht einer Ausführungsform der beschriebenen verstellbaren Leitschaufelanordnung 20 dar, welche insbesondere den Synchronring 26 und eine mit dem Synchronring 26 gekoppelte Betätigungsvorrichtung 28 veranschaulicht.

**[0018]** Wie es insbesondere in **Fig. 2** dargestellt ist, kann der Verdichter 12 einer Gasturbine 10 eine oder mehrere Stufen mit mehreren verstellbaren Statorleitschaufeln 22 (wovon nur eine dargestellt ist) enthalten, die in einem äußeren Verdichtergehäuse 30 drehbar montiert sind. Jede Statorleitschaufel 22 enthält im Wesentlichen ein Schaufelblattsegment 32 mit einer ersten oder Druckseite 34 und eine in Umfangsrichtung (nicht dargestellte) gegenüberliegende zweite oder Saugseite, welche die aerodynamische Oberfläche der Leitschaufel 22 definieren, über welche die Luft 36 während des Betriebs des Verdichters 12 strömt. Die Druck- und Saugseiten erstrecken sich im Wesentlichen entlang einer Sehne 38 zwischen gegenüberliegenden Vorder- und Hinterkanten 40, 42 und verlaufen radial von einer radial inneren Spitze 44 zu einem radial äußeren Fuß 46. Jede Statorleitschaufel 22 enthält auch ein integriertes Schaftsegment 48, das sich coaxial und radial von dem Schaufelblattsegment 32 nach außen und durch eine in dem Gehäuse definierte komplementäre zylindrische Öffnung 50 erstreckt. Das Schaftsegment 48 kann im Wesentlichen in der Öffnung 50 zur Drehung darin befestigt sein. Beispielsweise kann eine Buchse 52 an der Schnittstelle des Gehäuses und des Schaftsegmentes 48 angeordnet sein, um eine Drehung der Statorleitschaufel 22 in Bezug auf das Gehäuse 30 zu ermöglichen.

**[0019]** Jede Statorleitschaufel 22 des Verdichters 12 kann im Wesentlichen dafür ausgelegt sein, die durch den Verdichter 12 strömende Luft 36 zu einer entsprechenden Reihe oder Stufe von Rotorlauf-

schaufeln 54 strömen zu lassen, die sich von einer tragenden Rotorscheibe oder einem Rad 56 radial nach außen erstrecken. Insbesondere kann die durch jede Stufe der Statorleitschaufeln 22 und Rotorlaufschaufeln 54 geführte Luft sequentiell in dem Verdichter 12 für ihre Ausgabe in die Brenner 14 der Gasturbine 10 verdichtet werden. Wie allgemein bekannt, können durch Veränderung oder Drehung des Winkels, mit welcher die Statorleitschaufeln 22 in Bezug auf den Luftstrom 36 ausgerichtet sind, der Verdichterstufenwirkungsgrad und das Betriebsverhalten verbessert werden, indem die in den und durch den Verdichter 12 strömende Luftmenge 36 geregelt wird. Um eine derartige Drehung der Statorleitschaufeln 22 zu ermöglichen, kann eine verstellbare Leitschaufelanordnung 20 wie nachstehend im Detail beschrieben, verwendet werden.

**[0020]** Gemäß den **Fig. 2 - Fig. 4** enthält die verstellbare Leitschaufelanordnung 20 des vorliegenden Erfindungsgegenstandes im Wesentlichen einen Synchronring 26, der zur Betätigung von mehreren sich nach außen erstreckenden Hebelarmen 24 ausgelegt ist, die an jeder Statorleitschaufel 22 einer speziellen Statorstufe eines Verdichters 12 montiert und starr befestigt sind. Der Synchronring 26 kann im Wesentlichen mit den Hebelarmen 24 über mehrere Befestigungsbolzen 58 gekoppelt sein, die entlang dem Umfang des Ringes 26 befestigt sind. Zusätzlich kann die verstellbare Leitschaufelanordnung 20 auch mehrere Drehbefestigungsvorrichtungen 60 enthalten, die zwischen den Hebelarmen 24 und den Befestigungsbolzen 58 angeordnet sind, um so eine Drehschnittstelle zu definieren, um welche sich die Hebelarme 24 in Bezug auf die Befestigungsbolzen 58 und/oder den Synchronring 26 drehen können. Ferner kann, wie es auch insbesondere in **Fig. 4** dargestellt ist, der Synchronring 26 mit einer oder mehreren geeigneten Betätigungsvorrichtungen 28 gekoppelt sein, die dafür ausgelegt sind, den Synchronring 26 um eine Mittenachse 62 des Verdichters 12 zu drehen. Beispielsweise kann der Synchronring 26 mit der (den) Betätigungsvorrichtung(en) 28 über jede geeignete Einrichtung (z.B. einem Schubgestänge 64) dergestalt verbunden sein, dass die Betätigungsvorrichtung(en) 28 den Synchronring 26 im Uhrzeigersinn oder gegen den Uhrzeigersinn um die Mittenachse 62 drehen. Demzufolge können sich, während der Synchronring 26 durch die Betätigungsvorrichtung(en) 28 gedreht wird, die Hebelarme 24 dementsprechend um die Befestigungsbolzen 58 drehen. Die sich drehenden Hebelarme 24 veranlassen wiederum die Statorleitschaufeln 22 sich zu drehen, um dadurch den Winkel zu verändern, in welchem die Leitschaufeln 22 in Bezug auf den Luftstrom 36 in dem Verdichter 12 ausgerichtet sind.

**[0021]** Im Wesentlichen kann der Synchronring 26 der verstellbaren Leitschaufelanordnung 20 einen

runden oder ringartigen Aufbau aufweisen, der radial außerhalb von und im Wesentlichen konzentrisch zu dem Verdichtergehäuse 30 angeordnet ist. In einigen Ausführungsformen kann der Synchronring 26 als ein einteiliger oder mehrteiliger Aufbau gestaltet sein, und kann aus jedem geeigneten Material, wie z.B. rostfreiem Stahl oder einem anderen Material bestehen, das den typischerweise an einem Synchronring angelegten Belastungen widerstehen kann. Zusätzlich kann der Synchronring 26 im Wesentlichen jeden geeigneten Querschnitt, wie z.B. rechteckig, elliptisch, oder einen runden Querschnitt haben. Wie es insbesondere in **Fig. 2** und **Fig. 3** dargestellt ist, kann der Synchronring 26 in einer Ausführungsform einen im Wesentlichen „C-förmigen“ Querschnitt definieren. Somit kann der Synchronring 26 relativ leicht ohne Beeinträchtigung der strukturellen Integrität des Ringes 26 ausgelegt sein.

**[0022]** Insbesondere kann gemäß **Fig. 2** jeder Hebelarm 24 der verstellbaren Leitschaufelanordnung 20 ein erstes Ende 66 enthalten, das starr an dem Schaftsegment 48 einer verstellbaren Statorleitschaufel 22 befestigt ist, und ein zweites Ende 68, das drehbar mit dem Synchronring 26 durch einen Befestigungsbolzen 58 in Eingriff steht und fest daran angebracht ist. Im Wesentlichen kann das erste Ende 66 jedes Hebelarms 24 an der Statorleitschaufel 22 unter Verwendung jeder geeigneten Einrichtung befestigt sein. Beispielsweise kann in einer Ausführungsform die Statorleitschaufel 22 einen sich radial von dem Schaftsegment 48 nach außen erstreckenden Keilsitz 70 (z. B. einen „D-förmigen“ Sitz) und einen sich radial aus dem Keilsitz 70 erstreckenden Gewindeschacht 72 enthalten. Der Keilsitz 70 kann im Wesentlichen als ein selbst ausrichtendes Merkmal zum Befestigen des Hebelarms 24 über der Statorleitschaufel 22 ausgelegt sein. Beispielsweise kann das erste Ende 66 des Hebelarms 24 ein Befestigungsloch definieren, das entsprechend der Form des Keilsitzes 70 (z.B. als D-förmiges Befestigungsloch) ausgebildet ist, um so die Befestigung des Hebelarms 24 an der Statorleitschaufel 22 zur Drehung damit zu ermöglichen. Der Hebelarm 24 kann dann an der Statorleitschaufel 22 durch Anbringen einer Schraubmutter 74, wie z. B. einer Befestigungsmutter, oder einer Selbsthaltemutter auf dem Gewindeschacht 72 befestigt werden.

**[0023]** Es dürfte für den Fachmann auch ersichtlich sein, dass verschiedene weitere Ausgestaltungen innerhalb des Schutzzumfangs des vorliegenden Erfindungsgegenstandes verwendet werden können, um das erste Ende 66 des Hebelarms 24 an dem Schaftsegment 48 der Statorleitschaufel 22 zu montieren und/oder starr zu befestigen. Beispielsweise können in verschiedenen Ausführungsformen Verteilungsflächen, gezahnte Oberflächen in passender Entsprechung oder andere geeignete Ein-

richtungen zum Befestigen oder anderweitigen in Eingriffbringen des Hebelarms 24 mit der Statorleitschaukel 22 verwendet werden. In ähnlicher Weise kann in verschiedenen Ausführungsformen der Hebelarm 24 mit der Statorleitschaukel 22 unter Verwendung eines Haltestiftes oder einer Verriegelung, durch Verschweißen der Komponenten miteinander oder unter Verwendung irgendeiner anderen geeigneten Befestigungs- und/oder Sicherungseinrichtung befestigt werden.

**[0024]** Gemäß **Fig. 3** kann das zweite Ende 68 jedes Hebelarms 24 im Wesentlichen für eine drehbare Verbindung mit einem Synchronring 26 über einen Befestigungsbolzen 58 ausgelegt sein. Insbesondere kann eine Drehbefestigungsvorrichtung 60 zwischen jedem Hebelarm 24 und ihrem entsprechenden Befestigungsbolzen 58 so angeordnet sein, dass eine Drehschnittstelle 76 dazwischen definiert wird. Demzufolge kann eine Drehung des Hebelarms 24 in Bezug auf den Synchronring 26 und/oder den Befestigungsbolzen 68 an einer derartigen Schnittstelle 76 zugelassen werden. Ferner kann jeder Befestigungsbolzen 58 auch für eine starre Befestigung an einem Abschnitt der Drehbefestigungsvorrichtung 60 dergestalt ausgelegt sein, dass keine Relativbewegung oder im Wesentlichen keine Relativbewegung zwischen dem Synchronring 26 und der Drehschnittstelle 76 vorliegt, um welche sich der Hebelarm 24 dreht. Somit kann verhindert werden oder im Wesentlichen verhindert werden, dass der Hebelarm 24 radial, in Umfangsrichtung oder in irgendeiner anderen Richtung in Bezug auf den Synchronring 26 und/oder den Befestigungsbolzen 58 während der Drehung des Ringes 26 gleitet.

**[0025]** Um eine derartige Drehverbindung und feste Verbindung der verschiedenen Komponenten der verstellbaren Leitschaukelanordnung 20 zu ermöglichen, kann in einer Ausführungsform jeder Bolzen 58 im Wesentlichen mehrere Segmente enthalten, wie z.B. ein unteres Segment 78, ein Mittelsegment 80, ein oberes Segment 82 und ein zwischen den Boden- und Mittelsegmenten 78, 80 angeordnetes Absatzsegment 84. Gemäß Darstellung in **Fig. 3** kann jedes von den Segmenten 78, 80, 82, 84 im Wesentlichen coaxial zu einer Mittenachse 86 des Befestigungsbolzens 58 angeordnet sein. Zusätzlich kann in einer Ausführungsform jedes von den Segmenten 78, 80, 82, 84 im Wesentlichen zylindrisch geformt sein. Jedoch dürfte erkennbar sein, dass in anderen Ausführungsformen jedes Segment 78, 80, 82, 84 im Wesentlichen jede geeignete Form haben kann, die dem Segment 78, 80, 82, 84 ermöglicht, wie hierin beschrieben zu funktionieren. Ferner kann in einer speziellen Ausführungsform des vorliegenden Erfindungsgegenstandes jedes von den Segmenten 78, 80, 82, 84 durch eine Auskehlung 88 getrennt sein. Derartige Auskehlungen 88 können im Wesentlichen an dem Befestigungsbolzen 58 vor-

gesehen sein, um als Bereiche geringer Spannung/Spannungsentlastung zu dienen. Zusätzlich können die Auskehlungen 88 vorgesehen sein, um die Befestigung der Segmente 78, 80, 82, 84 an den verschiedenen anderen Komponenten der verstellbaren Leitschaukelanordnung 20 zu verbessern. Insbesondere können die Auskehlungen 88 ermöglichen, dass die Oberflächen und/oder Seiten der Segmente 78, 80, 82, 84 und der anderen Komponenten im Wesentlichen bündig zueinander positioniert oder anderweitig angeordnet werden können.

**[0026]** Des Weiteren kann gemäß **Fig. 3** das untere Segment 78 des Befestigungsbolzens 58 im Wesentlichen für eine Befestigung an einem Abschnitt des Synchronringes 26 ausgelegt sein. Beispielsweise kann in der dargestellten Ausführungsform das untere Segment 78 an einer unteren Verlängerung 90 des im Wesentlichen „C-förmigen“ Synchronringes 26 dergestalt befestigt sein, dass sich der Befestigungsbolzen 58 im Wesentlichen radial davon nach außen erstreckt. Es dürfte erkennbar sein, dass in alternativen Ausführungsformen das untere Segment 78 an dem Synchronring 26 an jeder anderen geeigneten Stelle befestigt sein kann. Beispielsweise kann in einer weiteren Ausführungsform das untere Segment 78 an einer oberen Verlängerung 29 des Synchronringes 26 dergestalt befestigt sein, dass sich der Befestigungsbolzen 58 davon radial nach außen oder radial nach innen erstreckt. Ferner kann in Ausführungsformen, in welchen der Synchronring 26 keinen im Wesentlichen „C-förmigen“ Querschnitt definiert, das untere Segment 78 an jedem geeigneten Abschnitt des Synchronringes 26 befestigt sein, der eine Funktion der offengelegten verstellbaren Leitschaukelanordnung 20 wie hierin beschrieben ermöglicht.

**[0027]** Zusätzlich dürfte erkennbar sein, dass das untere Segment 78 des Befestigungsbolzens 58 im Wesentlichen an dem Synchronring 26 unter Verwendung jedes im Fachgebiet bekannten und geeigneten Befestigungsverfahrens befestigt werden kann. Beispielsweise kann, wie es in **Fig. 3** dargestellt ist, das untere Segment 78 dergestalt mit einem Gewinde versehen sein, dass es in einem in dem Synchronring 26 definierten entsprechenden Schraubloch 94 befestigt werden kann. In einer weiteren Ausführungsform kann das untere Segment 78 für einen Presssitz oder eine Klebeverbindung mit einem (nicht dargestellten) entsprechenden Bohrloch ausgelegt sein, das in Synchronring 26 definiert ist.

**[0028]** Des Weiteren kann gemäß **Fig. 3** in einer Ausführungsform das Mittelsegment 80 des Befestigungsbolzens 58 im Wesentlichen als der Drehbefestigungspunkt zwischen dem Hebelarm 24 und dem Synchronring 26 dienen. Somit kann das Mittelsegment 80 für die Aufnahme irgendeiner im Fach-

gebiet bekannten Drehbefestigungsvorrichtung 60 für einen Dreheingriff des Hebelarms 24 mit dem Synchronring 26 mittels des Befestigungsbolzens 58 ausgelegt sein. Beispielsweise weist die Drehbefestigungsvorrichtung 60 in der dargestellten Ausführungsform ein auf dem oder um das Mittelsegment 80 herum montiertes oder anderweitig angeordnetes Lager 61 auf, um so eine Drehschnittstelle 76 zwischen dem Hebelarm 24 und dem Befestigungsbolzen 58 zu definieren. Somit dürfte erkennbar sein, dass das Mittelsegment 80 im Wesentlichen eine Form und Auslegung hat, die zur Aufnahme des Lagers 61 angepasst ist. Beispielsweise kann das Mittelsegment 80 in einer Ausführungsform eine glatte zylindrische oder Lageroberfläche dergestalt sein, dass das Lager 61 darauf montiert werden kann. Zusätzlich kann das Mittelsegment 80 so dimensioniert sein, dass ein kontrollierter fester Sitz zwischen dem Lager 61 und dem Befestigungsbolzen 58 bereitgestellt wird. Beispielsweise kann die zwischen dem Lager 61 und dem Mittelsegment 80 vorgesehene Toleranz kleiner als etwa 1 mm Spielraum auf einem Durchmesser sein, wie z. B. weniger als etwa 0,5 mm Spielraum auf einem Durchmesser oder weniger als 0,1 mm Spielraum auf einem Durchmesser. In einer speziellen Ausführungsform des vorliegenden Erfindungsgegenstandes kann die Toleranz von etwa 0,01 mm Spielraum auf einem Durchmesser bis etwa 0,07 mm Spielraum auf einem Durchmesser wie z.B. von etwa 0,03 mm Spielraum auf einem Durchmesser bis etwa 0,05 mm Spielraum auf einem Durchmesser und allen anderen Unterbereichen dazwischen liegen. Es dürfte jedoch erkennbar sein, dass in alternativen Ausführungsformen die vorgesehene Toleranz größer als 1 mm Spielraum auf einem Durchmesser sein kann.

**[0029]** Im Wesentlichen kann jedes im Fachgebiet bekannte Lager innerhalb des Schutzzumfangs des vorliegenden Erfindungsgegenstandes verwendet werden, um einen Dreheingriff zwischen dem Hebelarm 24 und dem Befestigungsbolzen 58 bereitzustellen. Gemäß Darstellung in **Fig. 3** kann in einer Ausführungsform das Lager 61 ein Gelenklager mit einer auf dem Mittelsegment 80 des Befestigungsbolzens 58 befestigten inneren Kugel 96 und eine in einem entsprechenden Bohrungsloch 100, das in dem zweiten Ende 68 des Hebelarms 24 definiert ist, befestigte äußere Ringbohrung 98 aufweisen. Die äußere Ringbohrung 98 kann im Wesentlichen eine innere konkave Kugeloberfläche entsprechend der äußeren konvexen Kugeloberfläche der inneren Kugel 96 haben, um eine Drehung der äußeren Ringbohrung 98 in einer oder mehreren orthogonalen Richtungen in Bezug auf die innere Kugel 96 zu ermöglichen. Somit kann sich, wenn der Synchronring 26 durch die Betätigungsvorrichtung(en) 28 gedreht wird, jeder Hebel 24 um die zwischen der inneren Kugel 96 und der äußeren Ringbohrung 98

des Lagers 61 definierte Drehschnittstelle 76 drehen und/oder Verdrehung.

**[0030]** Es dürfte für den Fachmann leicht ersichtlich sein, dass verschiedene andere geeignete Drehbefestigungsvorrichtungen 60 innerhalb des Schutzzumfangs des vorliegenden Erfindungsgegenstandes verwendet werden können, um die Hebelarme 24 mit dem Synchronring 26 mittels der Befestigungsbolzen 58 in Eingriff zu bringen und somit eine Drehschnittstelle 76 bereitzustellen, um welche sich die Hebelarme 24 in Bezug auf den Ring 26 und/oder die Befestigungsbolzen 58 drehen können. Beispielsweise kann die Drehbefestigungsvorrichtung 60 in alternativen Ausführungsformen einen Abschnitt eines geeigneten Drehgelenkes, wie z.B. ein Sockelgelenk, ein Ellipsoidgelenk, ein Scharniergelenk oder dergleichen aufweisen, welches dafür ausgelegt ist, sich mit der entsprechenden Einrichtung zu verbinden, die in dem Befestigungsbolzen 58 definiert oder anderweitig enthalten ist. In einer weiteren Ausführungsform kann der Befestigungsbolzen 58 selbst als die Drehbefestigungsvorrichtung 60 der verstellbaren Leitschaukelanordnung 20 dienen. Beispielsweise können der Hebelarm 24 oder eine an dem Hebelarm 24 montierte Komponente dafür ausgelegt sein, sich direkt um den Befestigungsbolzen 58 (z.B. das Mittelsegment 80) dergestalt zu drehen, dass die Außenoberfläche des Befestigungsbolzens 58 im Wesentlichen die Drehschnittstelle 76 definiert.

**[0031]** Weiter kann gemäß **Fig. 3**, wie vorstehend angegeben, das zweite Ende 68 des Hebelarms 24 auch so ausgelegt sein, dass es über den Befestigungsbolzen 58 mit dem Synchronring 28 derart starr gekoppelt ist, dass keine Relativbewegung oder im Wesentlichen keine Relativbewegung zwischen den Synchronring 26 und der Drehschnittstelle 76 vorliegt, um welche sich der Hebelarm 24 dreht. Somit kann in einer Ausführungsform das obere Segment 82 des Befestigungsbolzens 58 im Wesentlichen dafür angepasst sein, eine Haltevorrichtung 102 aufzunehmen, die dafür ausgelegt ist, dass sie eine starre Befestigung der Drehbefestigungsvorrichtung 60 an dem Befestigungsbolzen 58 ermöglicht. Beispielsweise kann, wie es in **Fig. 3** dargestellt ist, die innere Kugel 96 des Lagers 61, die die Drehschnittstelle 76 zwischen den Hebelarmen 24 und dem Befestigungsbolzen 58 definiert, starr an dem Befestigungsbolzen 58 dergestalt befestigt sein, dass die innere Kugel 96 in Bezug auf den Synchronring 26 während der Drehung des Rings 26 nicht gleitet oder sich anderweitig bewegt. Insbesondere kann das obere Segment 82 des Befestigungsbolzens 58 mit einem Gewinde versehen sein, um somit eine feste Befestigung einer mit Gewinde versehenen Haltevorrichtung 102 (z.B. eine Selbsthaltemutter oder eine Befestigungsmutter) über der inneren Kugel 96 des Lagers 81 zu ermöglichen. Zusätzlich

kann sich, wie es dargestellt ist, das Absatzsegment 84 des Befestigungsbolzens 58 im Wesentlichen von der Mittenachse 86 des Befestigungsbolzens 58 weiter als das Mittelsegment 80 nach außen erstrecken, sodass die innere Kugel 96 gegenüber einer radial äußeren Fläche 104 des Absatzsegmentes 84 positioniert oder anderweitig angeordnet werden kann. Somit kann, wenn die Haltevorrichtung 102 über dem Lager 61 befestigt wird, die innere Kugel 96 zwischen der Haltevorrichtung 102 und der Außenfläche 104 des Absatzsegmentes 84 gequetscht, gedrückt oder anderweitig starr befestigt werden, um jede Relativbewegung zwischen dem Synchronring 26 und der Drehschnittstelle 76 zu verhindern, um welche sich der Hebelarm 24 dreht. Ferner dürfte erkennbar sein, dass die in dem Befestigungsbolzen 58 definierten Auskehlungen 88 dafür ausgelegt sein können, die starre Befestigung der inneren Kugel 96 an dem Befestigungsbolzen 58 zu verbessern. Beispielsweise kann die zwischen dem Absatzsegment 84 und dem Mittelsegment 80 definierte Auskehlung 88 dafür ausgelegt sein, eine bündige Positionierung der inneren Kugel 96 gegenüber der Außenfläche 104 des Absatzsegmentes 84 zu ermöglichen. Ebenso kann die zwischen dem oberen Segment 82 und dem Mittelsegment 80 definierte Auskehlung 88 dafür ausgelegt sein, dass sie eine Verdeckung oder anderweitige vollständige Anordnung der Gewindegänge des oberen Segmentes 82 in der Haltevorrichtung 102 ermöglicht.

**[0032]** Es dürfte auch erkennbar sein, dass in alternativen Ausführungsformen verschiedene andere Haltevorrichtungen, wie z.B. Sperrasten, Sperrklinen oder irgendein anderer geeigneter Sperrmechanismus verwendet werden kann, um die innere Kugel 96 des Gelenklagers 61 an dem Befestigungsbolzen 58 starr zu befestigen. Ebenso kann jede geeignete Sicherungs/Befestigungs-Einrichtung, Schweißung, Klebeverbindung, und dergleichen genutzt werden, um die innere Kugel 96 starr an dem Befestigungsbolzen 58 zu befestigen. Beispielsweise kann in speziellen Ausführungsformen des vorliegenden Erfindungsgegenstandes ein Abschnitt des Befestigungsbolzens 58 (z.B. das Mittelsegment 80) so ausgelegt sein, dass die innere Kugel 96 auf den Befestigungsbolzen 58 gepresst werden kann, um eine starre Befestigung dazwischen zu erzeugen. Zusätzlich dürfte in Ausführungsformen, in welchen der Dreheingriff zwischen den Befestigungsbolzen 58 und den Hebelarmen 24 durch etwas Anderes als Lager bereitgestellt wird, erkennbar sein, dass ähnliche Haltevorrichtungen 102 und/oder Befestigungsvorrichtungen verwendet werden können, um eine Relativbewegung zwischen dem Synchronring 26 und der Drehschnittstelle 76, um welche sich die Hebelarme 24 drehen, zu verhindern.

**[0033]** Durch starres Koppeln des Synchronringes 26 an die Hebelarme 24 über die Befestigungsbolzen

58 können zahlreiche Vorteile für die offengelegte verstellbare Leitschaukelanordnung 20 bereitgestellt werden. Beispielsweise können aufgrund der starren Befestigung an der Drehschnittstelle 76 Umfangs- und Radialgleitbewegungen, die ansonsten zwischen den Hebelarmen 24 und dem Synchronring 26 auftreten können, verhindert oder wenigstens auf ein Mindestmaß reduziert werden. Somit kann jeder an den Befestigungsbolzen 58, Lagern 61, Hebelarmen 24 und/oder dem Synchronring 26 auftretende Verschleiß erheblich reduziert und/oder verhindert werden. Ferner stellt die starre Kopplung jedes Hebelarmes 24 mit dem Synchronring 26 sicher, dass alle Hebelarme 24 das Gewicht des Synchronringes 26 um seinen gesamten Umfang herum starr unterstützen. Demzufolge kann die Zentrierung oder Rundheit des Synchronringes 26 aufrechterhalten werden. Zusätzlich kann die dem Synchronring 26 weiter hinzugefügte Unterstützung auch den Verschleißbetrag verringern, der auf (nicht dargestellten) Gleitstücken auftritt, die falls vorhanden, zwischen dem Synchronring 26 und dem Verdichtergehäuse 30 angeordnet sind, da es nicht notwendig wäre, dass die Gleitstücke einen erheblichen Anteil des Ringgewichtes unterstützen. Ferner kann die starre Verbindung auch die Belastung der Zentrierung des Synchronringes 26 auf dem Verdichtergehäuse 30 während der Einstellung und Kalibrierung der verstellbaren Leitschaukelanordnung 20 verringern.

**[0034]** Des Weiteren kann gemäß **Fig. 3** das Absatzsegment 84 des Befestigungsbolzens 58 im Wesentlichen so ausgelegt sein, dass, wenn der Hebelarm 24 drehbar an dem Befestigungsbolzen 58 befestigt ist, ein Spalt 106 zwischen dem Hebelarm 24 und einer angrenzenden Oberfläche 108 des Synchronringes 26 besteht. Im Wesentlichen kann der Spalt 106 dafür ausgelegt sein, jede Verdrehung der Hebelarme 24 aufzunehmen, die in Bezug auf die Befestigungsbolzen 58 und/oder den Synchronring 26 auftreten können. Beispielsweise kann, wenn der Hebelarm 24 drehbar mit dem Synchronring 26 unter Verwendung eines Gelenklagers 61, das auf dem Befestigungsbolzen 58 montiert ist, in Eingriff steht, das Lager 61 sowohl eine Drehung des Hebelarms 24 um die Mittenachse 86 des Befestigungsbolzens 58 als auch eine Verdrehung entlang seiner Längsachse in einer Uhrzeiger- oder Gegenuhrzeigerichtung ermöglichen. Demzufolge kann der Absatz 84 im Wesentlichen zur Erzeugung eines Spaltes 106 ausgelegt werden, der eine Verdrehung des Hebelarms 24 um die Rotationsschnittstelle 76 zulässt, ohne die benachbarte Oberfläche 108 des Synchronringes 26 zu berühren oder daran zu reiben.

**[0035]** Ferner kann in einer speziellen Ausführungsform des vorliegenden Erfindungsgegenstandes das Absatzsegment 84 für eine Befestigung an dem Syn-

chronring 26 ausgelegt sein, um eine zusätzliche Einrichtung zur Befestigung des Befestigungsbolzens 58 an dem Synchronring 26 bereitzustellen. Beispielsweise kann, wie es in **Fig. 3** dargestellt ist, das Absatzsegment 84 an eine benachbarte Oberfläche 108 des Synchronringes 26 um wenigstens einen Teil des Absatzsegmentumfangs geschweißt sein. In einer derartigen Ausführungsform kann das Absatzsegment 84 so ausgelegt sein, dass es eine dreieckige, rechteckige, fünfeckige, sechseckige oder ähnliche Form hat, um somit wenigstens eine ebene Kante für die Bereitstellung einer geeigneten Oberfläche zur Verschweißung des Absatzsegmentes 84 mit dem Synchronring 26 bereitzustellen. Ferner kann, wenn eine Freistichauskehlung 28 zwischen dem unteren Segment 78 und dem Absatzsegment 84 definiert ist, das Absatzsegment 84 direkt auf und im Wesentlichen bündig mit der angrenzenden Oberfläche 108 des Synchronringes 26 positioniert werden. Somit kann eine verbesserte Schweißbefestigung zwischen dem Absatzsegment 84 und dem Ring 26 bereitgestellt werden.

**[0036]** Gemäß nochmaligem Bezug auf **Fig. 2** können in einer Ausführungsform des vorliegenden Erfindungsgegenstandes die Hebelarme 24 der verstellbaren Leitschaukelanordnung 20 einseitig gelagert sein. Somit kann der Synchronring 26 über dem Verdichtergehäuse 30 aufgehängt sein. Es dürfte erkennbar sein, dass der Abstand 110, in welchem der Synchronring 26 über dem Verdichtergehäuse aufgehängt ist, im Wesentlichen abhängig von der Auslegung des Verdichters 12 und/oder der Auslegung der verstellbaren Leitschaukelanordnung 20 variieren kann. Im Wesentlichen kann jedoch der Abstand 110 so gewählt sein, dass der aufgehängte Synchronring 26 nicht an dem Verdichtergehäuse 30 reibt oder anderweitig damit in Kontakt steht, während der Ring 26 gedreht wird. Zusätzlich können in einer Ausführungsform ein oder mehrere (nicht dargestellte) Gleitstücke entlang dem Außenumfang des Verdichtergehäuses 30 vorgesehen sein, um (eine) Oberfläche(n) vorzusehen, auf welchen der aufgehängte Synchronring 26 falls erforderlich während der Drehung des Ringes 26 gleiten kann. In einer derartigen Ausführungsform kann, wie in **Fig. 3** dargestellt, der Befestigungsbolzen 58 so ausgelegt sein, dass das untere Segment 78, wenn es an dem Synchronring 26 befestigt ist, in Bezug auf die radial innere Oberfläche 112 des Rings 26 ausgespart ist. Demzufolge kann ein Verfangen des Befestigungsbolzens 58 an irgendeinem der Gleitstücke und/oder dem Verdichtergehäuse 30 während der Drehung des Rings 26 verhindert werden.

**[0037]** Zusätzlich können in verschiedenen Ausführungsformen des vorliegenden Erfindungsgegenstandes die Hebelarme 24 flexibel ausgelegt sein. Insbesondere können die Hebelarme 24 dafür ausgelegt sein, sich radial nach innen und/oder radial

nach außen zu verformen oder zu biegen, während sie den Synchronring 26 unterstützen. Somit können in einer speziellen Ausführungsform des vorliegenden Erfindungsgegenstandes der Durchmesser des Synchronringes 26 und/oder die Höhe des Schaftsegmentes 48 der Statorleitschaukel 22 so gewählt werden, dass der Befestigungspunkt des Hebelarms 24 an dem Befestigungsbolzen 58 radial weiter außen als der Befestigungspunkt des Hebelarms 24 an dem Schaftsegment 48 angeordnet ist. Somit kann gemäß Darstellung in **Fig. 2** der Hebelarm radial nach außen über einen Abstand 114 zwischen seinen ersten und zweiten Enden 66, 68 verformt oder gebogen werden. Somit stellt die Auswärtsbiegung oder Verformung sicher, dass die Hebelarme 24 radial nach innen gespannt sind. Demzufolge können, wenn der Synchronring 26 betätigt wird und die Hebelarme 24 den Horizont während der Drehung verändern, die Hebelarme 24 kontinuierlich eine nach innen gerichtete Spannung auf dem Ring 26 ausüben, um sein Gewicht zu unterstützen. Diese Einwärtsspannung der Hebelarme 24 kann auch einen Selbstzentrierungseffekt des Synchronringes 26 bereitstellen, und dadurch eine effizientere Einstellung und Kalibrierung der verstellbaren Leitschaukelanordnung 20 ermöglichen. Ferner können, wie es in **Fig. 2** dargestellt ist, die Hebelarme in einer Ausführungsform auch ein im Wesentlichen schräg zulaufendes Profil 116 entlang einem Abschnitt ihrer Länge zwischen den ersten und zweiten Enden 66, 68 definieren. Derartige schräg zulaufende Profile 116 können im Wesentlichen das Auftreten von Spannungserhöhungen innerhalb der Hebelarme 24 verhindern, wenn sich die Arme 24 in Reaktion auf die Betätigung des Synchronringes 26 drehen.

**[0038]** Es dürfte erkennbar sein, dass, obwohl die verstellbare Leitschaukelanordnung 20 des vorliegenden Erfindungsgegenstandes unter Bezugnahme auf verstellbare Statorleitschaukeln 22 beschrieben wurde, die Anordnung auch dazu verwendet werden kann, eine Stufe von verstellbaren Einlassführungsleitschaukeln eines Verdichters 12 oder eine Stufe verstellbarer Turbinenlaufschaufeln oder Leitschaukeln eines Turbinenabschnittes 16 einer Gasturbine 10 zu betätigen. Ferner dürfte leicht erkennbar sein, dass die offengelegte verstellbare Leitschaukelanordnung 20 bei einer Industriegasturbine angewendet werden kann, oder zur Verwendung mit jeder anderen im Fachgebiet bekannten Turbomaschine, wie z. B. den in Antriebsanwendungen, angepasst werden kann.

**[0039]** Diese Beschreibung nutzt Beispiele, um die Erfindung einschließlich der besten Ausführungsart offenzulegen, und um auch jedem Fachmann zu ermöglichen, die Erfindung einschließlich der Herstellung und Nutzung aller Elemente und Systeme und der Durchführung aller einbezogenen Verfahren in die Praxis umzusetzen. Der patentfähige Schutz-

umfang der Erfindung ist durch die Ansprüche definiert und kann weitere Beispiele umfassen, die für den Fachmann ersichtlich sind. Derartige weitere Beispiele sollen in dem Schutzzumfang der Erfindung enthalten sein, sofern sie strukturelle Elemente besitzen, die sich nicht von dem Wortlaut der Ansprüche unterscheiden, oder wenn sie äquivalente strukturelle Elemente mit unwesentlichen Änderungen gegenüber dem Wortlaut der Ansprüche enthalten.

**[0040]** Es wird ein Befestigungsbolzen 58 für eine verstellbare Leitschaukelanordnung 20 offengelegt. Der Befestigungsbolzen 58 kann im Wesentlichen ein unteres Segment 78, ein Mittelsegment 80, ein oberes Segment 82 und ein Absatzsegment 84 enthalten. Das untere Segment 78 kann im Wesentlichen eine Form und Ausgestaltung haben, die zur Befestigung an einem Synchronring 26 der verstellbaren Leitschaukelanordnung 20 angepasst ist. Das Mittelsegment 80 kann im Wesentlichen eine Form und Ausgestaltung haben, die zur Aufnahme einer Drehbefestigungsvorrichtung 60 der verstellbaren Leitschaukelanordnung 20 angepasst ist. Das Absatzsegment 84 kann zwischen dem unteren Segment 78 und dem Mittelsegment 80 angeordnet sein. Das obere Segment 82 kann im Wesentlichen eine Form und Ausgestaltung haben, die zur Aufnahme einer Haltevorrichtung 102 angepasst ist, um die Drehbefestigungsvorrichtung 60 an dem Befestigungsbolzen 58 starr zu befestigen.

#### Bezugszeichenliste

10	Gasturbine
12	Verdichter
14	Brenner
16	Turbinenabschnitt
18	Welle
20	verstellbare Leitschaukelanordnung
22	verstellbare Leitschaukeln
24	Hebelarm
26	Synchronring
28	Betätigungsvorrichtung
30	Verdichtergehäuse
32	Schaukelblattsegment
34	erste oder Druckseite
36	Luft
38	Sehne
40	Vorderkante
42	Hinterkante
44	innere Spitze

46	äußerer Fuß
48	integriertes Schaftsegment
50	zylindrische Öffnung
52	Buchse
54	Rotorblätter
56	Rotorscheibe oder -rad
58	Befestigungsbolzen
60	Drehbefestigungsvorrichtung
61	Lager
62	Mittenachse
64	Schubgestänge
66	erstes Ende (des Hebelarms 24)
68	zweites Ende (des Hebelarms 24)
70	Keilsitz
72	Gewindeschacht
74	Gewindemutter
76	Drehschnittstelle
78	unteres Segment
80	Mittelsegment
82	oberes Segment
84	Absatzsegment
86	Mittenachse
88	Auskehlungen
90	untere Verlängerung
92	obere Verlängerung
94	Gewindeloch
96	innere Kugel
98	äußere Ringbohrung
100	Bohrungsloch
102	Haltevorrichtung
104	radial äußere Fläche
106	Spalt
108	benachbarte Oberfläche
110	Abstand
112	radial innere Oberfläche
114	Abstand
116	sich verjüngendes Profil

#### Patentansprüche

1. Befestigungsbolzen (58) für eine verstellbare Leitschaukelanordnung (20), wobei die verstellbare

Leitschaukelanordnung (20) einen mit mehreren Hebelarmen (24) gekoppelten Synchronring (26) enthält, wobei die verstellbare Leitschaukelanordnung (20) ferner mehrere Drehbefestigungsvorrichtungen (60) aufweist, die dafür ausgelegt sind, die mehreren Hebelarme (24) mit dem Synchronring (26) zu koppeln, wobei der Befestigungsbolzen aufweist:

ein unteres Segment (78) mit einer Form und Ausgestaltung, die zur Befestigung an dem Synchronring (26) angepasst ist, wobei das untere Segment (78) mit einem Gewinde versehen und für eine Befestigung in einem entsprechenden Gewindeloch (94) ausgelegt ist, das in dem Synchronring (26) definiert ist;

ein Mittelsegment (80) mit einer Form und Ausgestaltung, die zur Aufnahme einer Drehbefestigungsvorrichtung (60) von den mehreren Drehbefestigungsvorrichtungen (60) angepasst ist;

ein Absatzsegment (84) das zwischen dem unteren Segment (78) und dem Mittelsegment (80) angeordnet ist;

ein oberes Segment (82) mit einer Form und Ausgestaltung, die zum Aufnehmen einer Haltevorrichtung (102) angepasst ist, die dafür ausgelegt ist, die Drehbefestigungsvorrichtung (60) an dem Befestigungsbolzen (58) starr zu befestigen.

2. Befestigungsbolzen (58) nach Anspruch 1, wobei das untere Segment (78), das Mittelsegment (80), das Absatzsegment (84) und das obere Segment (82) coaxial zu einer Mittenachse (86) des Befestigungsbolzens (58) angeordnet sind.

3. Befestigungsbolzen (58) nach Anspruch 1, wobei das untere Segment (78) für eine Aussparung in Bezug auf eine radial innere Oberfläche (112) des Synchronringes (26) ausgelegt ist.

4. Befestigungsbolzen (58) nach Anspruch 1, wobei das Absatzsegment (84) dafür ausgelegt ist, dass ein Spalt (106) zwischen dem Synchronring (26) und einem benachbarten Hebelarm (24) der mehreren Hebelarme (24) definiert ist.

5. Befestigungsbolzen (58) nach Anspruch 4, wobei der Spalt (106) eine Verdrehung des benachbarten Hebelarms (24) entlang seiner Längsachse ohne Berührung des Synchronringes (26) ermöglicht.

6. Befestigungsbolzen (58) nach Anspruch 1, wobei das Absatzsegment (84) zur Befestigung an einer Oberfläche (108) des Synchronringes (26) ausgelegt ist.

7. Befestigungsbolzen (58) nach Anspruch 6, wobei das Absatzsegment (84) für eine Verschweißung mit dem Synchronring (26) ausgelegt ist, wobei das Absatzsegment wenigstens eine ebene

Kante zum Verschweißen des Absatzsegmentes (84) mit der Oberfläche (108) des Synchronringes (26) definiert.

8. Befestigungsbolzen (58) nach Anspruch 1, wobei das obere Segment (82) mit einem Gewinde versehen ist, um die Befestigung einer mit Gewinde versehenen Haltevorrichtung (102) daran zu ermöglichen.

9. Befestigungsbolzen (58) nach Anspruch 8, wobei das Mittelsegment (80) eine Lageroberfläche definiert.

10. Befestigungsbolzen (58) nach Anspruch 9, wobei die Drehbefestigungsvorrichtung (60) ein Lager (61) mit einer inneren Kugel (96) und einer äußeren Ringbohrung (98) aufweist, die für eine Drehung in Bezug auf die innere Kugel (96) ausgelegt ist, wobei die Lageroberfläche dafür ausgelegt ist, die Montage des Lagers (61) darauf zu ermöglichen.

11. Befestigungsbolzen (58) nach Anspruch 10, wobei sich das Absatzsegment (84) von einer Mittenachse (86) des Befestigungsbolzens (58) weiter als das Mittelsegment (80) erstreckt, dass die innere Kugel (96) des Lagers (61) gegenüber einer Fläche (104) des Absatzsegmentes (84) positioniert ist, wenn die mit Gewinde versehene Haltevorrichtung (102) an dem oberen Segment befestigt ist.

12. Befestigungsbolzen (58) nach Anspruch 1, welcher ferner eine erste Auskehlung (88) und eine zweite Auskehlung (88) aufweist, wobei die erste Auskehlung (88) in dem Befestigungsbolzen (58) zwischen dem oberen Segment (82) und dem Mittelsegment (80) definiert und dafür ausgelegt ist, die Befestigung der Haltevorrichtung (102) an der Drehbefestigungsvorrichtung (60) zu ermöglichen, während die zweite Auskehlung (88) in dem Befestigungsbolzen (58) zwischen dem Mittelsegment (80) und dem Absatzsegment (84) angeordnet und dafür ausgelegt ist, die Positionierung der Drehbefestigungsvorrichtung (60) gegenüber einer Fläche (104) des Absatzsegmentes (84) zu ermöglichen.

13. Befestigungsbolzen (58) für eine verstellbare Leitschaukelanordnung (20), wobei die verstellbare Leitschaukelanordnung (20) einen mit mehreren Hebelarmen (24) gekoppelten Synchronring (26) enthält, wobei die verstellbare Leitschaukelanordnung (20) ferner mehrere Lager (61) aufweist, die dafür ausgelegt sind, die mehreren Hebelarme (24) mit dem Synchronring (26) zu koppeln, wobei der Befestigungsbolzen (58) aufweist:

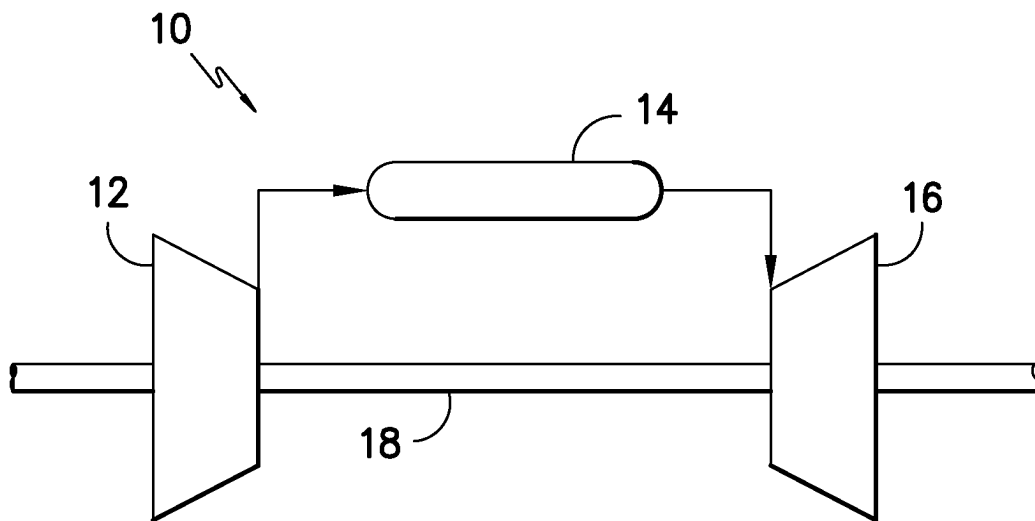
ein unteres Gewindesegment (78) mit einer Form und Auslegung, die für eine Befestigung in einem entsprechenden Gewindeloch (94) angepasst ist,

das in dem Synchronring (26) definiert ist;  
 ein eine Lagerungsoberfläche definierendes Mittelsegment (80), wobei die Lagerungsoberfläche eine Form und Ausgestaltung besitzt, die dafür angepasst ist, die Montage eines Lagers (61) von den mehreren Lagern (61) darauf zu ermöglichen;  
 ein zwischen dem unteren Gewindesegment (78) und dem Mittelsegment (80) angeordnetes Absatzsegment (84), wobei das Absatzsegment (84) für eine Befestigung an einer Oberfläche (108) des Synchronringes (26) ausgelegt ist; und  
 ein oberes Gewindesegment (82) mit einer Form und Ausgestaltung, die zum Aufnehmen einer mit Gewinde versehenen Haltevorrichtung (102) angepasst sind, die dafür ausgelegt ist, das Lager (61) starr an dem Befestigungsbolzen (58) zu befestigen, wobei das untere Gewindesegment (78), das Mittelsegment (80), das Absatzsegment (84) und das obere Gewindesegment (82) koaxial zu einer Mittenachse (86) des Befestigungsbolzens (58) ausgerichtet sind.

14. Befestigungsbolzen (58) nach Anspruch 13, wobei das Lager (61) eine innere Kugel (96) und eine äußere Ringbohrung (98) aufweist, die für eine Drehung in Bezug auf die innere Kugel (96) ausgelegt ist, wobei sich das Absatzsegment (84) von der Mittenachse (86) weiter als das Mittelsegment (80) erstreckt, dass die innere Kugel (96) gegenüber einer Fläche (104) des Absatzsegmentes (84) positioniert ist, wenn die mit Gewinde versehene Haltevorrichtung (102) an dem oberen Segment (82) befestigt ist.

Es folgen 4 Seiten Zeichnungen

Anhängende Zeichnungen



*FIG. -1-*

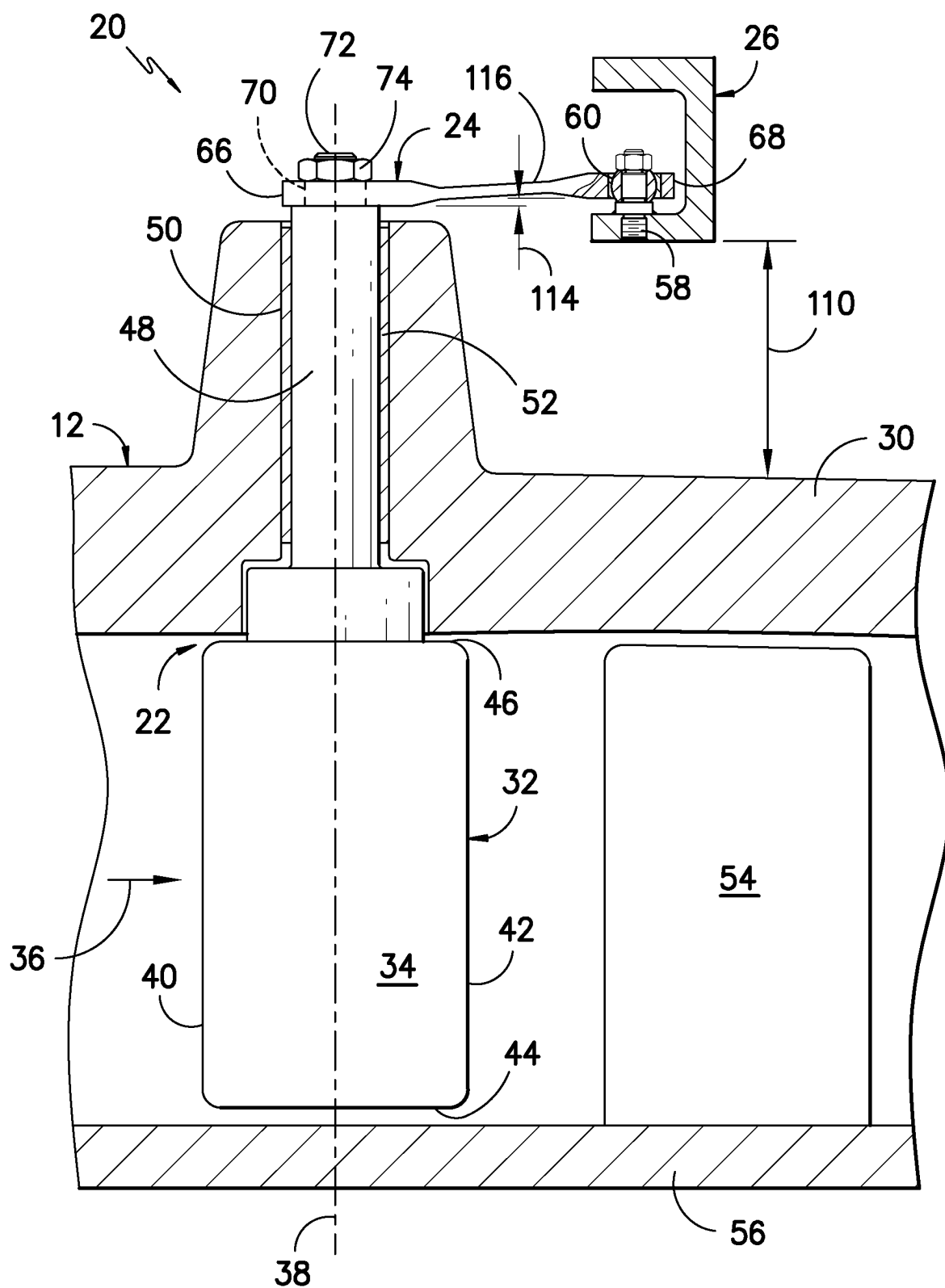
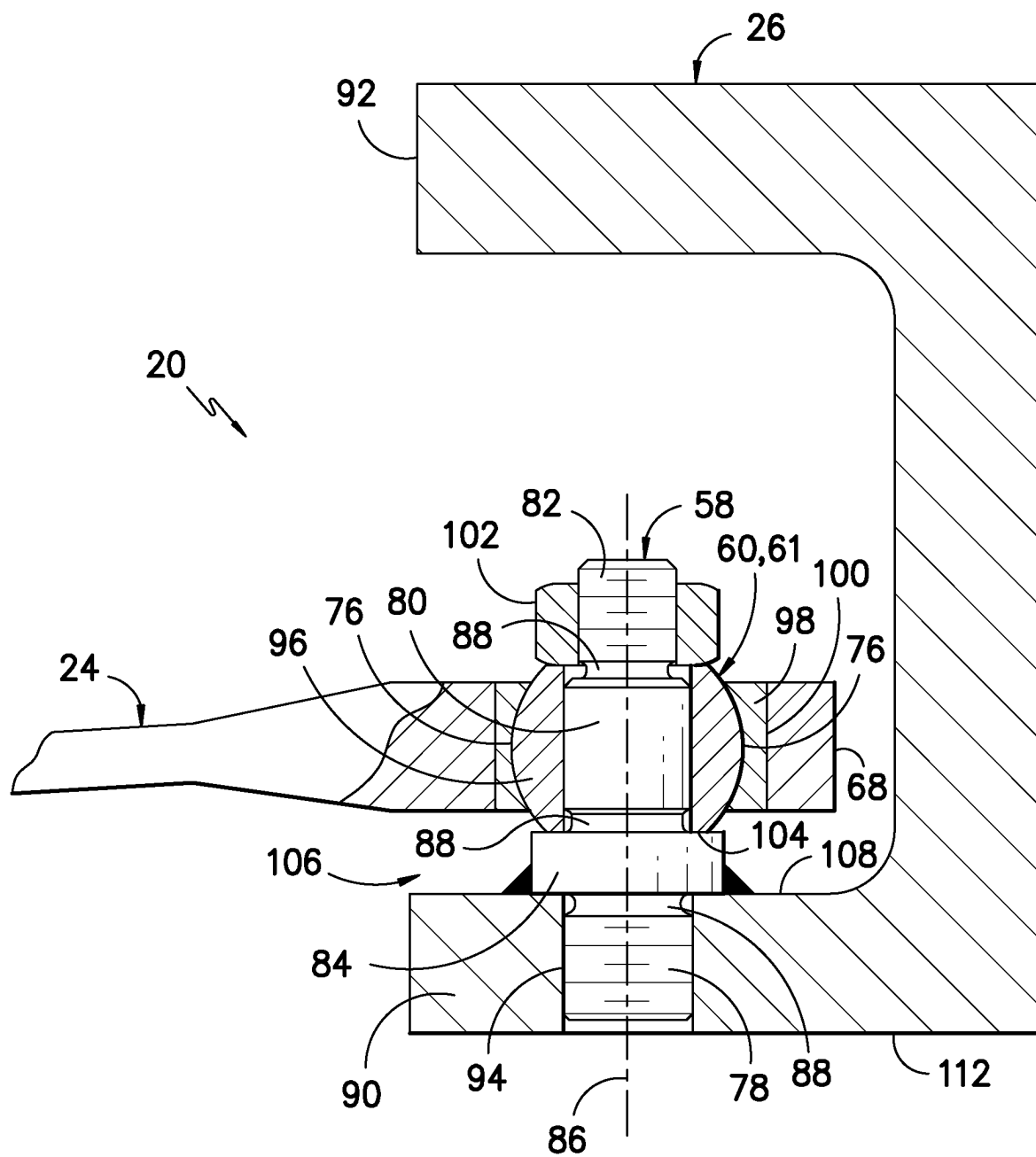
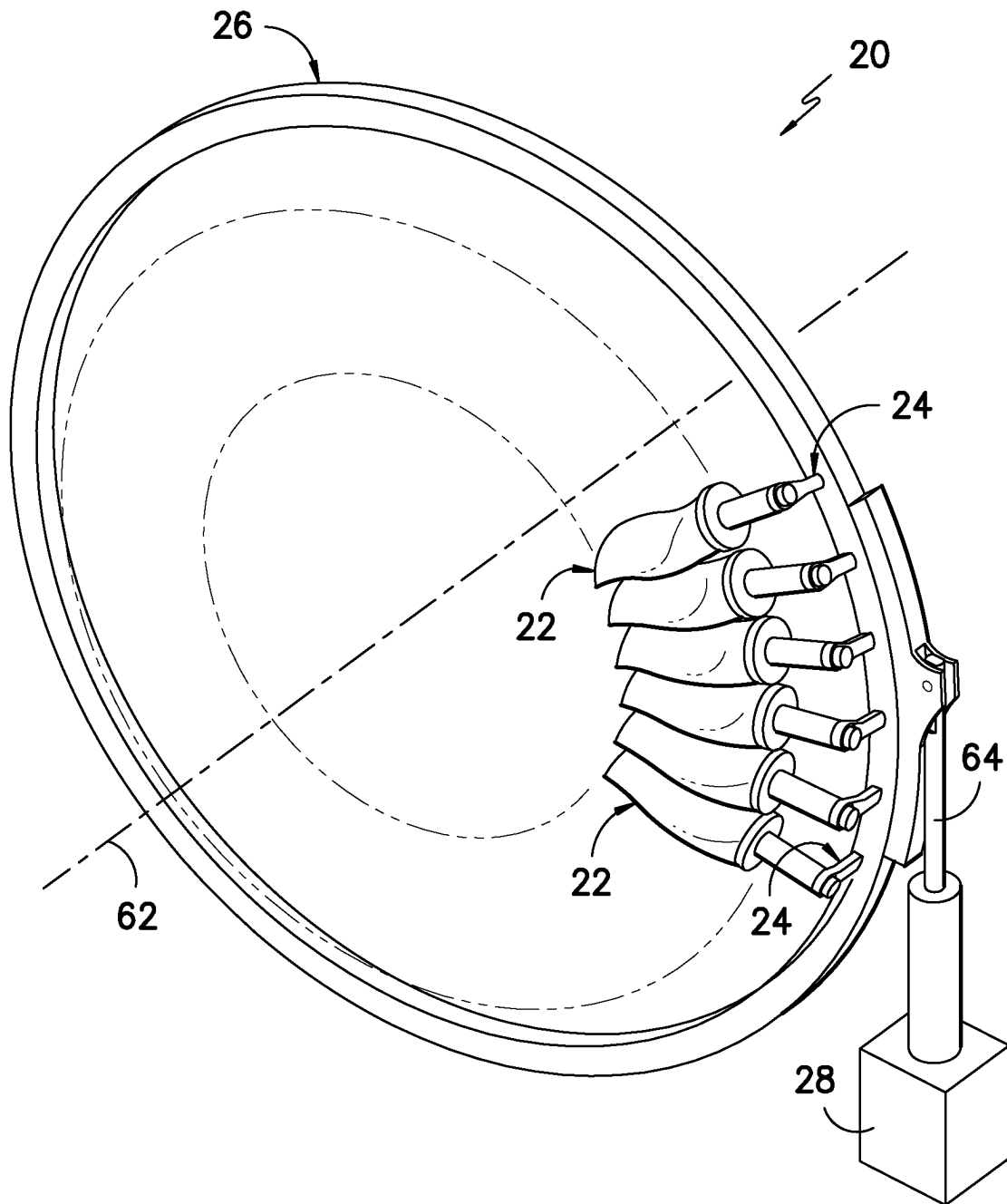


FIG. -2-



*FIG. -3-*



*FIG. -4-*