



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 601 17 931 T2** 2006.11.23

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 170 207 B1**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **601 17 931.5**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **01 305 603.1**

(96) Europäischer Anmeldetag: **27.06.2001**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **09.01.2002**

(97) Veröffentlichungstag

der Patenterteilung beim EPA: **15.03.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **23.11.2006**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B64D 27/26** (2006.01)

(30) Unionspriorität:

**608480                      30.06.2000                      US**

(73) Patentinhaber:

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

(74) Vertreter:

**Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen**

(84) Benannte Vertragsstaaten:

**DE, FR, GB, IT**

(72) Erfinder:

**Manteiga, John Alan, North Andover,  
Massachusetts 01845, US; Joseph, Thomas Peter,  
West Chester, Ohio 45069, US; Troup, Robert  
Eugene, Hamilton, Ohio 45011, US; Dykhuizen,  
Cornelius Harm, West Chester, Ohio 45069, US;  
Wilusz, Christopher James, Peabody,  
Massachusetts 01960, US; Boger, Ethan,  
Cincinnati, Ohio 45208, US; Franceschelli,  
Anthony John, Beverly, Massachusetts 01915, US**

(54) Bezeichnung: **Gestänge für eine Aufhängevorrichtung eines Flugzeugtriebwerks**

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

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

## Beschreibung

**[0001]** Diese Erfindung betrifft ein Flugzeug mit Triebwerken, die an ihm durch Triebwerkbefestigungselemente befestigt sind.

**[0002]** Ein Flugzeugtriebwerk kann an einem Flugzeug an verschiedenen Stellen, wie zum Beispiel an den Flügeln, am Rumpf oder am Heck befestigt werden. Das Triebwerk wird typischerweise sowohl an seinem vorderen als auch hinteren Enden über entsprechende vordere und hintere Befestigungselemente befestigt, um verschiedene Belastungen an das Flugzeug zu übertragen. Die Belastungen umfassen typischerweise vertikale Belastungen, wie zum Beispiel das Gewicht des Triebwerkes selbst, axiale Belastungen aufgrund des durch das Triebwerk erzeugten Schubs, seitliche Belastungen, wie zum Beispiel diejenigen aufgrund von Windböen und Rollbelastungen oder Momenten aufgrund des Rotationsbetriebs des Triebwerks. Die Befestigungselemente müssen ferner sowohl axiale als auch radiale thermische Ausdehnung und Zusammenziehung des Triebwerks in Bezug auf die tragende Struktur aufnehmen.

**[0003]** Triebwerkbefestigungen weisen typischerweise einen Befestigungsrahmen auf, der fest an der Flugzeugstruktur, wie zum Beispiel einem Pylon befestigt ist, und eine Anzahl von Verbindungselementen, die das Triebwerk mit dem Befestigungsrahmen verbinden. In einigen Anwendungen müssen die Verbindungselemente relativ lange und schlanke Komponenten sein. Das Dokument EP-A-0 869 062 offenbart ein derartiges Triebwerkbefestigungssystem.

**[0004]** Lange und schlanke Befestigungssystemkomponenten können Resonanzfrequenzen niedriger Ordnung aufweisen, die mit Triebwerkerregungsfrequenzen übereinstimmen oder sehr nahe daran liegen, wie zum Beispiel denjenigen, welche durch die 1/U Betriebsdrehzahlen des Triebwerks bewirkt werden. Diese Moden können durch eine inhärente Schwingung angeregt werden, welche durch die Rotationsunwucht in den Niederdruck- oder Hochdruckrotoren der Triebwerke bewirkt werden. Da Befestigungssysteme tendenziell leicht gedämpft sind, ist eine Schwingungsantwort mit hoher Amplitude wahrscheinlich. Eine Schwingungsantwort mit hoher Amplitude kann zu einer hochzyklischen Ermüdung in der Befestigungskomponente, einen Verbindungsstellenverschleiß und/oder wiederholter Schlagbeschädigung führen.

**[0005]** Triebwerkshersteller greifen typischerweise auf angeregte Unwuchttests zurück, um Resonanzfrequenzprobleme zu detektieren. Leider können Ereignisse mit hoher Triebwerksunwucht, wie zum Beispiel Rotorschaukelverlust in der Praxis aufgrund der Schwierigkeit der Erzeugung eines Betriebs mit ho-

her Unwucht für eine ausreichende Zeit zum Sammeln von Frequenzdaten nicht durchgeführt werden. Dieses macht die Anwendungsuntersuchung eines Befestigungssystems mit hoher Toleranz gegenüber hoher Triebwerksunwucht zu einer herausfordernden Aufgabe.

**[0006]** Das U.S. Patent Nr. 5,782,430 offenbart eine Aufhängungsvorrichtung zum Verbinden der Basis eines Getriebegehäuses mit dem Rumpf, welche mehrere Gelenkstangen aufweist.

**[0007]** Derzeit werden Befestigungssysteme mit Komponentenresonanzfrequenzen ausgelegt, die sich nicht in der Nähe von Triebwerkerregungsfrequenzen befinden. Dieses wird typischerweise erreicht, in dem das Längen/Durchmesser-Verhältnis der Verbindungskomponente verringert wird, um die Verbindungselement-Biegungsresonanzfrequenzen ausreichend weit über die Triebwerkerregungsfrequenzen anzuheben, um die Schwingungsantwort zu minimieren. Jedoch führt die Erzielung kleinerer Längen/Durchmesser-Verhältnisse im Allgemeinen zu Befestigungsverbindungen mit größerem Volumen, da die Länge der Verbindungselemente oft durch andere Konstruktionsanforderungen festgelegt ist. Verbindungselemente mit größerem Volumen erhöhen das Gesamtgewicht des Befestigungssystems und beeinflussen nachteilig Packungsprobleme in einem System, in welchem jedem Teil üblicherweise nur ein beschränkter Platzanteil zugeteilt ist. Ein weiterer möglicher Lösungsweg besteht darin, das resonante Verbindungselement hinzunehmen und die Verbindungselemente für eine hohe Zyklusermüdungsbeständigkeit auszulegen. Dieser Lösungsansatz kann für Neukonstruktionen sehr schwierig sein, da die Verbindungselementantwort auf Triebwerkerregung selten bekannt ist, wenn die Verbindungselemente ausgelegt werden.

**[0008]** Demzufolge wäre es erwünscht, über eine Verbindungselementkomponente für Triebwerkbefestigungssysteme zu verfügen, die mit Resonanzfrequenzen ausgelegt ist, die sich nicht in der Nähe der Triebwerkerregungsfrequenzen befinden, und welche das Gewicht und die Packungsprobleme der derzeitigen Verbindungselemente minimieren.

**[0009]** Das vorstehend beschriebene Problem wird durch die vorliegende Erfindung erfüllt, welche ein Flugzeug mit dessen Triebwerkbefestigungssystem schafft. Ein Verbindungselement des Befestigungssystems weist einen Spannenabschnitt mit einem ersten Verbinder auf, der an dessen einem Ende ausgebildet ist und einem zweiten Verbinder, der an dessen anderem Ende ausgebildet ist. Eine auf dem Spannenabschnitt angeordnete Punktmasse ist dafür vorgesehen, die Resonanzfrequenz des Triebwerkbefestigungssystems von den Triebwerkerregungsfrequenzen weg zu platzieren.

**[0010]** Die vorgeschlagene Lösung wird durch die Merkmale des unabhängigen Anspruchs 1 bereitgestellt.

**[0011]** Die Erfindung wird nun detaillierter im Rahmen eines Beispiels unter Bezugnahme auf die Zeichnungen beschrieben, in welchen:

**[0012]** [Fig. 1](#) eine Seitenansicht eines Triebwerks ist, das mittels eines Befestigungssystems gemäß der vorliegenden Erfindung an einem Flugzeug befestigt ist.

**[0013]** [Fig. 2](#) eine isometrische Ansicht eines Verbindungselementes aus dem Befestigungssystem von [Fig. 1](#) ist.

**[0014]** [Fig. 3](#) eine Längsquerschnittansicht des Verbindungselementes von [Fig. 2](#) ist.

**[0015]** [Fig. 4](#) eine isometrische Ansicht einer alternativen Ausführungsform eines Befestigungssystem-Verbindungselementes ist.

**[0016]** [Fig. 5](#) eine perspektivische Ansicht eines Punktmassensegmentes aus dem Verbindungselement von [Fig. 4](#) ist.

**[0017]** Gemäß den Zeichnungen, in welchen identische Bezugszeichen dieselben Elemente durchgängig durch die verschiedenen Ansichten bezeichnen, ist [Fig. 1](#) ein exemplarisches Turbo-Bläser-Gasturbinentriebwerk **10** mit einer Längs- oder Axialmittellinienachse **12**, das unterhalb eines Flugzeugflügels **14** montiert ist. Der Flugzeugflügel **14** enthält einen Pylon **16** und das Triebwerk **10** ist an dem Pylon **16** über ein Befestigungssystem befestigt, welches ein vorderes Befestigungselement **18** und ein hinteres Befestigungselement **20**, das axial stromabwärts von dem vorderen Befestigungselement **18** angeordnet ist, aufweist. Obwohl das Triebwerk **10** als in einer oben befestigten Einbauvorrichtung befestigt dargestellt ist, dient dieses nur für Zwecke der Veranschaulichung. Es dürfte sich aus der nachfolgenden Beschreibung verstehen, dass die vorliegende Erfindung auch andere Arten von Triebwerkeinbauvorrichtungen einschließlich seitlich befestigter und am Boden befestigter Einbauvorrichtungen umfasst. Demzufolge ist die vorliegende Erfindung nicht auf Flugzeuge mit am Flügel befestigten Triebwerken beschränkt, sondern kann auch mit am Rumpf oder am Heck befestigten Triebwerken verwendet werden. Ferner ist die vorliegende Erfindung nicht auf Flugzeuge mit Turbobläser-Triebwerken beschränkt, sondern kann mit anderen Arten von Triebwerken, wie zum Beispiel Turbinenwellen- und Turboprop-Triebwerken eingesetzt werden.

**[0018]** Die vordere Befestigung **18** beinhaltet einen Befestigungsrahmen **22**, der fest mit dem Pylon **16**

über herkömmliche Mittel, wie zum Beispiel Schrauben verbunden ist. Der vordere Befestigungsrahmen **22** ist mit dem Triebwerk **10** über ein oder mehrere Verbindungselemente **24** verbunden, wobei jedes Verbindungselement **24** an einem Ende mit dem vorderen Befestigungsrahmen **22** und an dem anderen Ende mit dem Bläsergehäuse **26** des Triebwerks verbunden ist. Die hintere Befestigung **20** enthält einen Befestigungsrahmen **28**, der ebenfalls fest mit dem Pylon **16** über herkömmliche Mittel, wie zum Beispiel Schrauben, verbunden ist. Ein oder mehrere Verbindungselemente **30** werden verwendet, um das Triebwerk **10** mit dem hinteren Befestigungsrahmen **28** zu verbinden. Insbesondere ist jedes Verbindungselement **30** an einem Ende mit dem hinteren Befestigungsrahmen **28** verbunden und ist an dem anderen Ende mit dem Triebwerkskerngehäuse **22** oder irgendeiner anderen feststehenden Triebwerksstruktur verbunden. Die vertikalen, seitlichen und Roll-Belastungen des Triebwerks werden somit über die vorderen und hinteren Befestigungsverbindungselemente **24** und **30** aufgenommen. Die hintere Befestigung **20** enthält ferner wenigstens ein Schubverbindungselement **34**, um den von dem Triebwerk **10** erzeugten Schub aufzunehmen. Das Schubverbindungselement **34** ist an dem einen Ende mit dem hinteren Befestigungsrahmen **28** verbunden, und ist an dem anderen Ende mit der feststehenden Triebwerksstruktur, wie zum Beispiel dem vorderen Rahmen des Triebwerks **36** verbunden.

**[0019]** In den [Fig. 2](#) und [Fig. 3](#) ist das Schubverbindungselement **34** detaillierter dargestellt. Obwohl das Konzept der vorliegenden Erfindung hierin unter Bezugnahme auf das Schubverbindungselement beschrieben wird, dürfte es sich verstehen, dass die vorliegende Erfindung nicht beschränkt ist. Tatsächlich kann die vorliegende Erfindung auf eine Anzahl von Flugzeugtriebwerkbefestigungssystemen angewendet werden.

**[0020]** Das Schubverbindungselement **34** enthält einen länglichen Spannenabschnitt **38**, wobei jedes Ende des Spannenabschnittes **38** einen darauf ausgebildeten Verbinder **40** aufweist. Gemäß Darstellung in [Fig. 2](#) ist jeder Verbinder **40** in der Form eines Gabelkopfs mit einem Paar sich axial erstreckender paralleler Arme **42** vor, wobei jeder Arm **42** ein Loch **44** darin ausgebildet hat. Die Verbinder **40** können somit mit einer weiteren Befestigungsstruktur über (nicht dargestellte) Schrauben oder Stifte verbunden werden, welche durch beide Löcher **44** und eine in der anderen Befestigungsstruktur ausgebildete Öffnung verlaufen. Obwohl die Verbinder **40** als Gabelkopf dargestellt sind, sollte angemerkt werden, dass sie jede andere Art von Verbindungsstruktur sein könnten, die in der Lage ist, die Enden des Schubverbindungselementes **34** mit der geeigneten Struktur des Befestigungssystems zu verbinden.

**[0021]** Der Spannenabschnitt **38** weist einen vergrößerten Abschnitt oder Punktmasse **46** auf, die in einem Stück darauf ausgebildet ist, um die Resonanzfrequenz des Schubverbindungselementes **34** von den Triebwerkerregungsfrequenzen ausreichend weg zu legen, um so besser dessen Schwingungsantwort zu minimieren. Dieses wird hierin als "Frequenzplatzierung" des Schubverbindungselementes **34** bezeichnet. Das Vorhandensein der Punktmasse **46** verändert die Steifigkeit des Verbindungselementes und das Massenverhältnis und verändert dadurch die Resonanzfrequenz des Schubverbindungselementes **34** gegenüber der, welche bei einem Spannenabschnitt mit einem gleichmäßigen Querschnitt vorhanden wäre. Dieses minimiert oder eliminiert somit die Erregung durch das Triebwerk **10**.

**[0022]** Insbesondere wird das Gewicht und die Positionierung der Punktmasse **46** so gewählt, dass die Resonanzfrequenz des Verbindungselementes auf einen Wert reduziert wird, der zwischen der Maximaldrehzahl des Triebwerkbläserrotors und der Minimaldrehzahl des Triebwerkskernrotors liegt.

**[0023]** Das Gewicht und die Positionierung der Punktmasse **46** wird durch eine Analyse des Gesamtsystems bestimmt und hängt von der speziellen Anwendung auf der Basis einer Anzahl von Faktoren, wie zum Beispiel der Länge des Schubverbindungselementes **34**, ab. Die Punktmasse **46** wird generell auf den Spannenabschnitt **38** irgendwo zwischen den zwei Verbindern **40** angeordnet. Bevorzugt, jedoch nicht notwendigerweise wird die Punktmasse **46** auf einem Schwingungsmodus-Gegenknoten des Schubverbindungselementes **34** angeordnet, da die Punktmasse **46** im Allgemeinen an einer derartigen Stelle effektiver ist. Das Gewicht und die Positionierung der Punktmasse **46** werden so gewählt, dass die gewünschte Frequenzverschiebung erzielt wird, während gleichzeitig den kleinstmöglichen Einfluss auf das Gewicht und die Festigkeit des Schubverbindungselementes **34** hat.

**[0024]** Wie es am Besten in [Fig. 3](#) zu sehen, ist das Schubverbindungselement **34** hohl, obwohl die vorliegende Erfindung auch auf Vollverbindungselemente anwendbar ist. Ein hohles Verbindungselement reduziert das Gesamtgewicht des Befestigungssystems und Hohlprofile sind im Allgemeinen beständiger gegen Verbiegung. In dem Hohlverbindungselement ist die Punktmasse **46** mit einem Ablaufloch **48** versehen, dass sich axial dadurch hindurch erstreckt, um die zwei Hohlabschnitte des Schubverbindungselementes **34** fluidmäßig zu verbinden. Das verhindert das Einschließen von Fluiden innerhalb des Schubverbindungselementes **34**.

**[0025]** In [Fig. 4](#) ist nun eine zweite Ausführungsform der Erfindung dargestellt. Hier umfasst ein Schubverbindungselement **134** einen länglichen

Spannenabschnitt **138**, wobei jedes Ende des Spannenabschnittes **138** einen darauf ausgebildeten Verbinder **140** aufweist. Wie in der ersten Ausführungsform liegt jeder Verbinder **140** in der Form eines Gabelkopfs mit einem Paar von sich axial erstreckenden parallelen Armen **142** vor, wobei jeder Arm **142** ein darin ausgebildetes Loch **144** hat. Die Verbinder **140** können somit mit einer anderen Befestigungsstruktur über (nicht dargestellte) Schrauben oder Stifte verbunden werden, welche durch beide Löcher **144** und eine in der anderen Befestigungsstruktur ausgeführte Öffnung verlaufen. Obwohl die Verbinder **140** als Gabelkopf dargestellt sind, sollte angemerkt werden, dass sie jede andere Art von Verbindungsstruktur sein könnten, die in der Lage ist, die Enden des Schubverbindungselementes **134** mit der geeigneten Struktur des Befestigungssystems zu verbinden.

**[0026]** Eine Punktmasse **146** in der Form eines getrennten Gewichtes ist an dem Spannenabschnitt **138** angebracht, um die Resonanzfrequenz des Schubverbindungselementes **134** von den Triebwerkerregungsfrequenzen weg zu platzieren. Die Punktmasse **146** weist zwei Hälften oder Segmente **50** auf, wovon eine in [Fig. 5](#) dargestellt ist. Für runde Verbindungselemente hat jedes Segment **50** einen im Allgemeinen U-förmigen Körper **52**, der eine konkave Oberfläche **54** definiert. Ein Befestigungsflansch **56** erstreckt sich senkrecht von jedem Ende des Segmentkörpers **52** nach außen. Zwei Löcher **58** sind in jedem Befestigungsflansch **56** ausgebildet, um entsprechende Befestigungselemente **60** ([Fig. 4](#)) aufzunehmen.

**[0027]** Die Punktmasse **146** wird somit an dem Schubverbindungselement **134** befestigt, indem die zwei Segmente **50** auf diametral gegenüberliegenden Seiten des Spannenabschnittes **138** angebracht werden, wobei die entsprechenden Befestigungsflansche axial ausgerichtet sind. Die konkaven Oberflächen **54** sind so bemessen, dass sie über den Spannenabschnitt **138** so sitzen, dass sie einen Spalt zwischen jedem Paar der Befestigungsflansche **56** lassen. Die zwei Segmente **50** werden dann aneinander unter Verwendung der Befestigungselemente **60** befestigt. Das Anziehen der Befestigungselemente **60**, welche beliebige herkömmliche Befestigungselemente, wie zum Beispiel Muttern und Schrauben sein können, schließt die Spalte, so dass ein Presssitz erzeugt wird, der die Punktmasse **146** sicher in ihrer Position auf dem Schubverbindungselement **134** festklemmt. Es sollte angemerkt werden, dass weitere Befestigungsarten der Punktmasse **146** an dem Schubverbindungselement **134** möglich sind.

**[0028]** Die Segmente **50** können aus jedem Material mit ausreichender Festigkeit und Korrosionsbeständigkeit hergestellt werden. Typischerweise ist dieses ein Material, das eine Dichte aufweist, die gleich oder größer als die des Materials ist, aus dem das Schub-

verbindungselement **134** besteht. Das Segmentmaterial sollte auch einer galvanischen Verbindung mit dem Verbindungselementmaterial widerstehen.

**[0029]** Die getrennte Punktmasse funktioniert im Wesentlichen in derselben Weise wie die integrierte Punktmasse der ersten Ausführungsform. Das heißt, das Vorhandensein der Punktmasse **146** verschiebt die Resonanzfrequenz des Schubverbindungselementes **134** ausreichend von Triebwerkerregungsfrequenzen weg, um somit besser dessen Schwingungsantwort zu minimieren. Wie in der vorstehend beschriebenen ersten Ausführungsform wird das Gewicht und die Positionierung der Punktmasse **146** so gewählt, dass die Resonanzfrequenz des Verbindungselementes auf einen Wert reduziert wird, welcher zwischen der Maximaldrehzahl des Triebwerkbläserrotors und der minimalen Drehzahl des Kerntriebwerkrotors liegt, und dass dieses in einer gewichtseffizienten Weise geschieht.

**[0030]** Vorstehend wurde eine Verbindungselementkomponente für Triebwerkbefestigungssysteme mit Resonanzfrequenzen beschrieben, die sich nicht in der Nähe von Triebwerkerregungsfrequenzen befinden. In der Praxis ermöglicht die Verwendung einer Punktmasse zur Frequenzplatzierung in Triebwerkbefestigungssystemen eine größere Flexibilität in der Gesamtsystemkonstruktion. Relativ lange und schlanke Verbindungselementkomponenten können mit Punktmassen nach Bedarf verwendet werden, um effektiv Komponentenresonanzfrequenzen von den Triebwerkerregungsfrequenzen in einer gewichtseffizienten Weise weg zu platzieren. Bestehende Verbindungselementkomponenten mit schlecht festgelegten Resonanzfrequenzen können mit befestigten Punktmassen nachgerüstet werden, um die Antwortfrequenzen zu korrigieren.

**[0031]** Eine weitere erwünschte Eigenschaft der vorliegenden Erfindung besteht darin, dass Resonanzfrequenzen mit einer angebrachten Punktmasse "abgestimmt" werden können. Dieses ist nützlich, da analytische Frequenzvorhersagen gegenüber Grenzbedingungen empfindlich sind, welche oft schwierig vorherzusagen sind. Somit kann eine vorläufige Analyse angewendet werden, um Frequenzen auf der Basis eines Anfangsgewichtes und einer Position der Punktmasse abzuschätzen. Diesem kann eine Prüfung der vorläufigen Analyse folgen, und dann das Gewicht und/oder die Lage des angebrachten Pumpgewichtes verändert werden, um die Resonanzfrequenzen "fein abzustimmen".

**[0032]** Die Kombination des Punktmassengewichtes und der Positionierung ermöglicht dem Konstrukteur die Flexibilität unerwünschte Resonanzmodi mit kleiner Auswirkung auf andere akzeptabel platzierte Modi neu zu positionieren. Dieses wird erreicht, indem die Punktmasse an oder zwischen Schwin-

gungsmodus-Gegenknoten positioniert wird. Dieser Lösungsweg ist erwünscht, da die Neupositionierung eines Modus einer Resonanzfrequenz ohne Änderung oft erforderlich ist, um alle Modi von den Triebwerkerregungsfrequenzen entfernt zu halten.

### Patentansprüche

1. Flugzeug mit einem Triebwerk und einem Triebwerkbefestigungssystem, wobei das Triebwerk mittels des Befestigungssystems an dem Flugzeug angebracht ist und das Befestigungssystem aufweist: ein Verbindungsglied (**34**, **134**) mit: einem Spannenabschnitt (**38**, **138**); einem ersten Verbinder (**40**, **140**), der an dem einen Ende des Spannenabschnittes (**38**, **138**) ausgebildet und mit dem Triebwerk verbunden ist; einem zweiten Verbinder (**40**, **140**), der an dem anderen Ende des Spannenabschnittes (**38**) ausgebildet und mit dem Flugzeug verbunden ist; **dadurch gekennzeichnet**, dass auf dem Spannenabschnitt (**38**, **138**) eine Punktmasse (**46**, **146**) angeordnet ist, um Resonanzfrequenzen des Befestigungssystems von der Erregungsfrequenz des Triebwerks weg zu verlegen.

2. Flugzeug nach Anspruch 1, wobei die Punktmasse auf einem Schwingungsmodus-Gegenknoten des Verbindungselementes angeordnet ist.

3. Flugzeug nach Anspruch 1, wobei die Punktmasse integriert auf dem Spannenabschnitt (**38**) ausgebildet ist.

4. Flugzeug nach Anspruch 3, wobei die Punktmasse ein darin ausgebildetes Ablaufloch (**48**) aufweist.

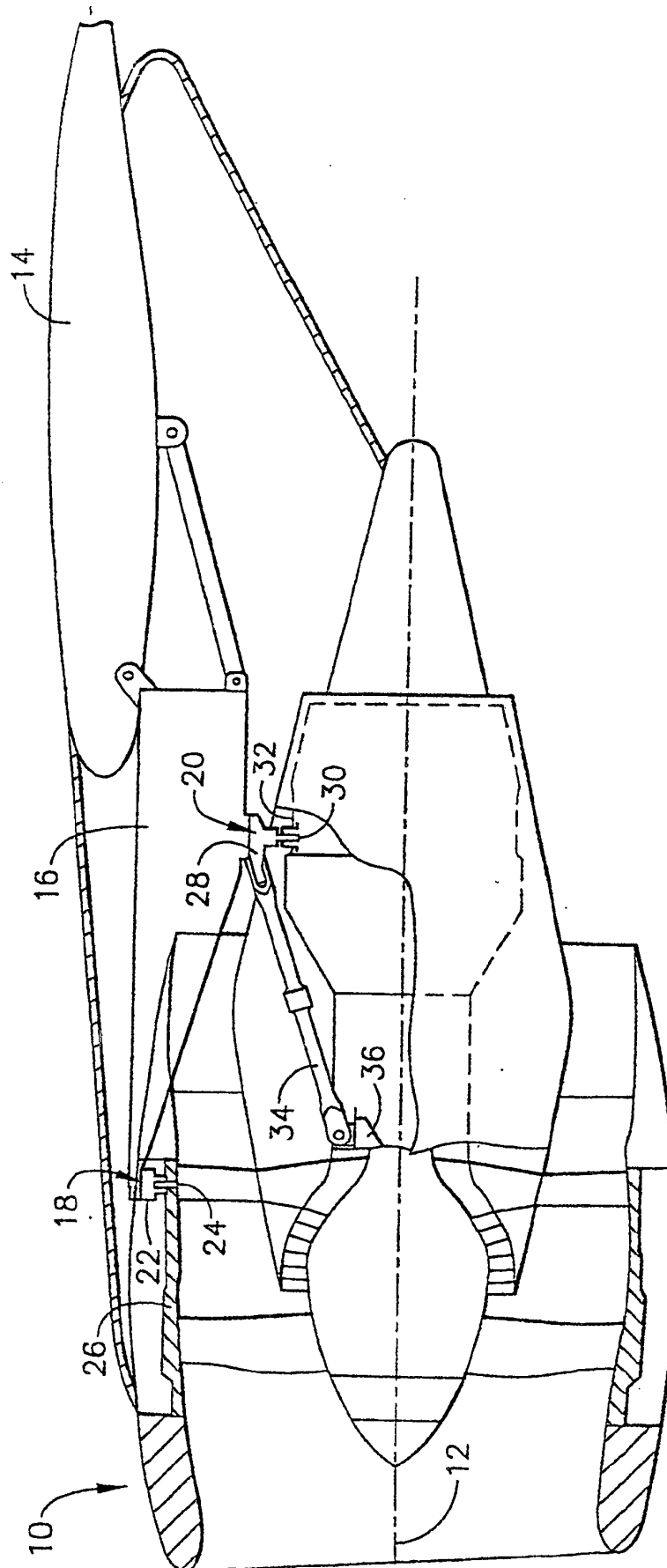
5. Flugzeug nach Anspruch 1, wobei die Punktmasse ein getrenntes Gewicht ist, das an dem Spannenabschnitt (**38**) befestigt ist.

6. Flugzeug nach Anspruch 5, wobei das Gewicht erste und zweite Segmente (**50**) aufweist, welche auf diametral gegenüberliegenden Seiten des Spannenabschnittes (**38**) angeordnet sind.

7. Flugzeug nach Anspruch 6, wobei jeweils eines von den Segmenten (**50**) einen U-förmigen Körper mit zwei darauf ausgebildeten Befestigungsflanschen (**56**) aufweist.

8. Flugzeug nach Anspruch 5, wobei das Gewicht aus einem Material besteht, das wenigstens so dicht ist wie das Material, aus dem der Spannenabschnitt (**38**) besteht.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen



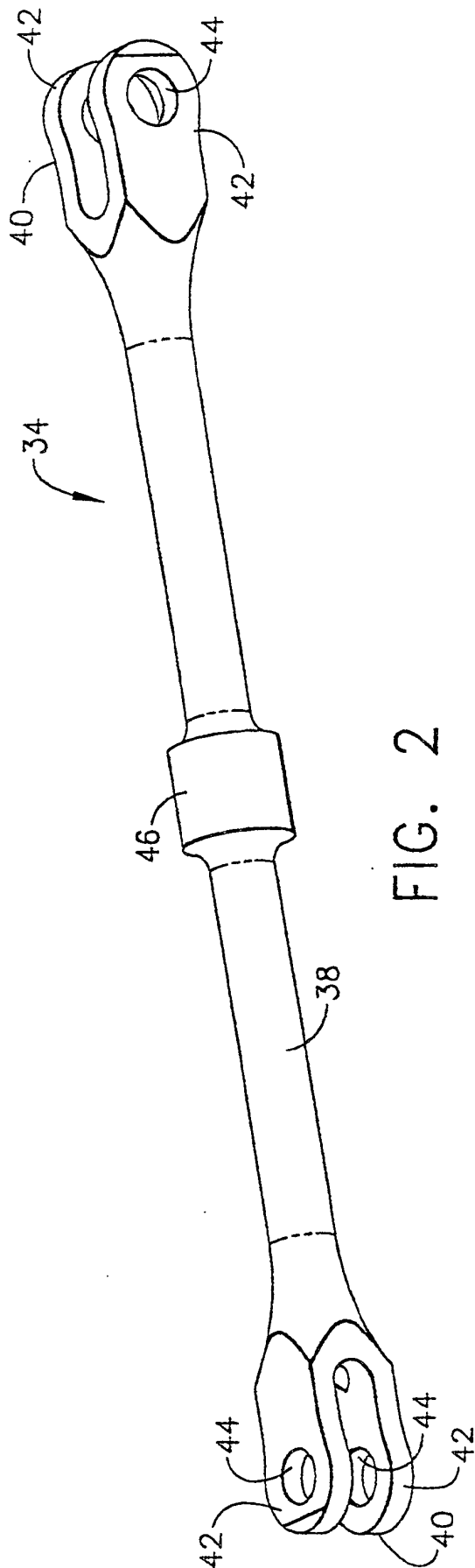


FIG. 2

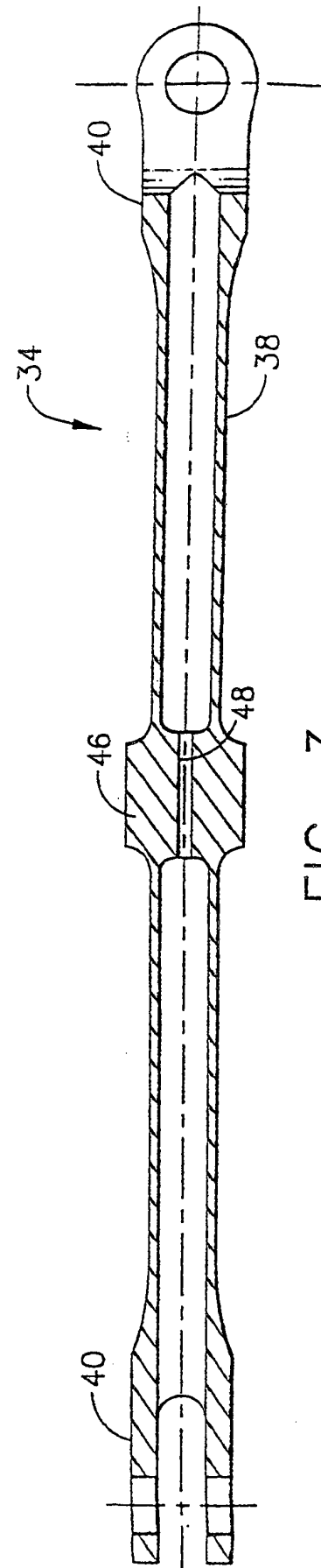


FIG. 3.

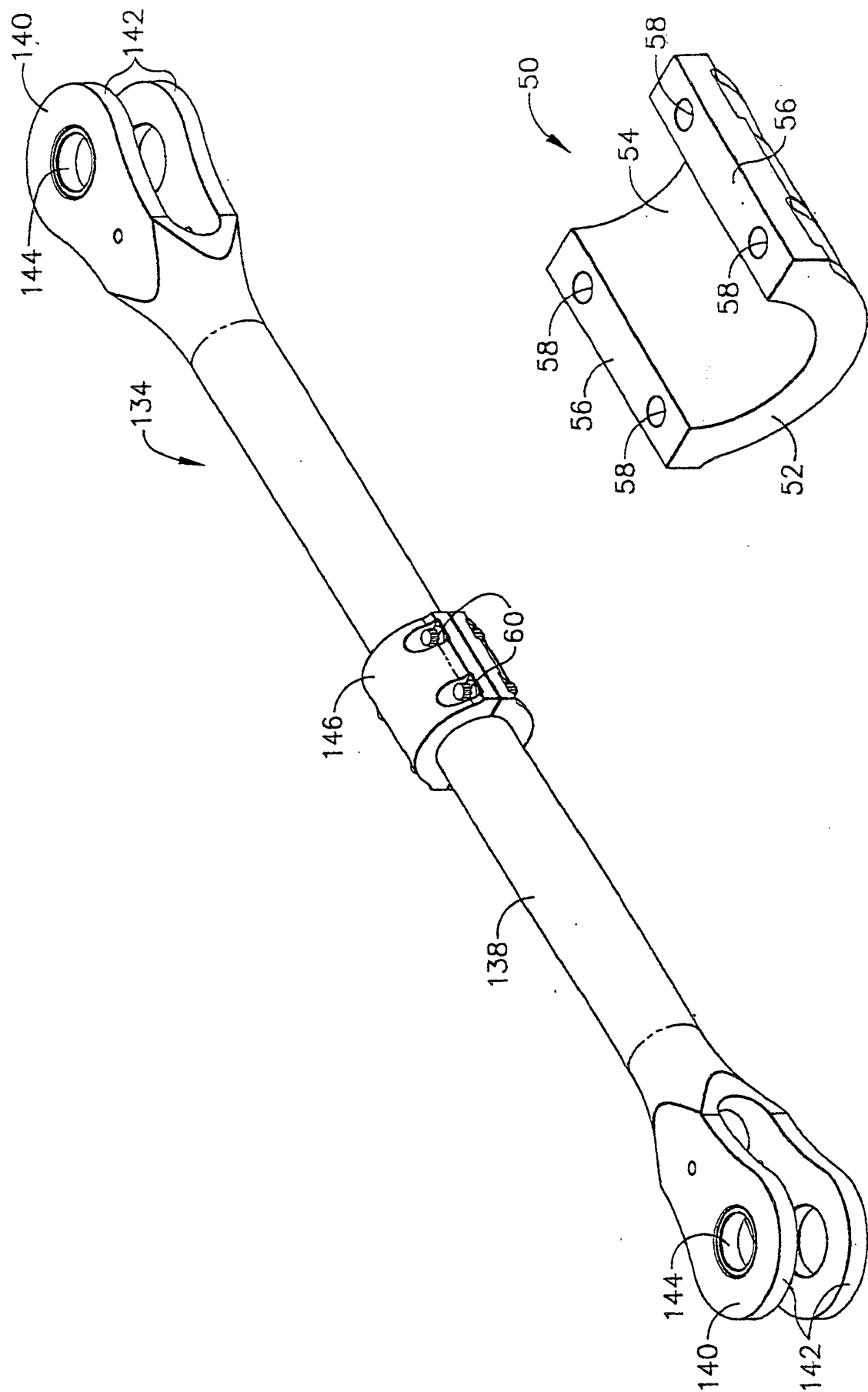


FIG. 5

FIG. 4