



(19)
Bundesrepublik Deutschland
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 29 424 T2** 2007.02.15

(12) **Übersetzung der europäischen Patentschrift**

(97) **EP 1 153 204 B1**

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

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 29 424.2**

(86) PCT-Aktenzeichen: **PCT/US00/01224**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 904 406.6**

(87) PCT-Veröffentlichungs-Nr.: **WO 2000/043642**

(86) PCT-Anmeldetag: **19.01.2000**

(87) Veröffentlichungstag
der PCT-Anmeldung: **27.07.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **14.11.2001**

(97) Veröffentlichungstag
der Patenterteilung beim EPA: **19.07.2006**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **15.02.2007**

(30) Unionspriorität:
233902 20.01.1999 US

(84) Benannte Vertragsstaaten:
DE, FR, GB, IT

(73) Patentinhaber:
General Electric Co., Fairfield, Conn., US

(72) Erfinder:
**MACK, P., James, Bristol, RI 02809, US; MACK, J.,
Edward, Bristol, RI 02809, US**

(74) Vertreter:
Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen

(54) Bezeichnung: **VERBESSERTE LAGERBUCHSE FÜR EINE GASTURBINENSCHAUFEL**

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

Rotor rotiert, einstellen zu müssen.

Hintergrund zu der Erfindung

1. Gebiet der Erfindung

[0001] Die vorliegende Erfindung betrifft allgemein eine Buchse für ein Düsentriebwerk, und insbesondere eine verbesserte Buchse, die kostengünstiger herzustellen ist und den Versand und Einbau der Buchse erleichtert.

2. Erörterung des verwandten Standes der Technik

[0002] Düsentriebwerke enthalten im Allgemeinen einen axialen Luftverdichter, der einer Brennkammer verdichtete Luft zuführt. Der vordere Abschnitt eines Düsentriebwerks enthält den axialen Luftverdichter. Der axiale Luftverdichter basiert im Allgemeinen auf mehreren aufeinander folgenden Stufen, von denen jede eine Anzahl von in einer Haube angeordneten (stationären) Statorleitschaufeln und eine gleiche Anzahl von (rotierenden) Rotorleitschaufeln aufweist. Die Rotorleitschaufeln sind geeignet konstruiert und angeordnet, so dass die Rotorleitschaufeln während ihres Vorbeilaufens an den Statorschaufeln in einer speziellen Stufe ein Luftvolumen aufnehmen, die Luft verdichten und diese verdichtete Luft in die nächste Stufe abgeben, wo die Luft weiter verdichtet wird. Einige Düsentriebwerke, beispielsweise das von General Electric hergestellte Zweikreistriebwerk CFM56-2, weisen dreizehn Verdichterstufen auf. Die Stufen 1 bis 5 dieses Triebwerks haben Statorschaufeln, bei denen die Anstellwinkel der Leitschaufeln variabel sind. Der Anstellwinkel der verstellbaren Statorschaufeln lässt sich einstellen, um das Luftansaugvolumen zu verändern und dadurch das Volumen und den Druck der Luft zu steuern, die anschließend in die Brennkammer injiziert wird, um mit Brennstoff vermischt und gezündet zu werden. Der Schub der Triebwerke kann dadurch variiert werden, und die Luftmenge lässt sich genau zumessen, um Brennstoff maximal aufzubrauchen. Dies ist erwünscht, da es dem Piloten eine größere Kontrolle über die Schubstärke ermöglicht, die in dem Triebwerk bei vorgegebenen Triebwerksdrehzahlen erzeugt wird. Wenn der Pilot bzw. die Pilotin das Düsenflug beispielsweise zur Landung ansetzen lässt, kann er oder sie das Triebwerks mit einer sehr hohen Drehzahl weiterlaufen lassen und den Anstellwinkel der Leitschaufeln variieren, um mit dem Triebwerk weniger Schub zu erzeugen. Falls ein Problem auftritt, und der Pilot rasch Schub erzeugen muss, um das Flugzeug nach oben zu ziehen, dreht er oder sie die Leitschaufeln des Stators einfach bis zu einem Anstellwinkel, der die in den Stator gelenkte Luftmenge erhöht, wobei auf diese Weise der durch das Triebwerk erzeugte Schub gesteigert wird. Die einstellbaren Leitschaufeln ermöglichen es dem Piloten rasch Schub zu erzeugen, ohne die Drehzahl, mit der der

[0003] Wie in [Fig. 7](#) gezeigt, enthält jede Leitschaufel **10** des oben beschriebenen Triebwerks eine Schaufel **12**, die zwischen einer inneren Haube **14** und einer äußeren Haube **15** drehbar gelagert ist. Es ist klar, dass jeder Stator eines Düsentriebwerks mehrere Stufen enthalten kann, von denen jede viele einstellbare Leitschaufeln aufweist. Allerdings ist aus Gründen der Übersichtlichkeit lediglich eine Leitschaufel in [Fig. 7](#) gezeigt. Die Leitschaufel **10** weist einen in [Fig. 7](#) bei Bezugszeichen **16** teilweise und in [Fig. 1](#) bei **16** vollständig dargestellten Achszapfen auf, der in einer Öffnung **18** zwischen Bereichen **20a** und **20b** der inneren Haube **14** an Ort und Stelle gehalten wird. Die Leitschaufel **10** enthält ferner einen innerhalb der äußeren Haube **15** montierten Antriebsabschnitt **22**. Ein (nicht gezeigter) Steuermechanismus ist an den Antriebsabschnitt **22** angeschlossen, um die Leitschaufel **10** innerhalb der inneren Haube **14** und der äußeren Haube **15** zu drehen.

[0004] Um die Drehung der Leitschaufel **10** zu erleichtern, wird eine Buchse an dem Achszapfen **16** befestigt bevor dieser zwischen den Bereichen **20a** und **20b** der inneren Haube **14** eingebaut wird. Eine Buchse **24** aus dem Stand der Technik ist in [Fig. 1](#) und [Fig. 2](#) gezeigt. Da die Betriebstemperatur des Düsentriebwerks 550°F erreichen kann, muss die Buchse **24** aus einem Material bestehen, das in der Lage ist, den außerordentlich hohen Temperaturen standzuhalten, denen sie ausgesetzt sein wird. Die Buchse **24** ist daher gewöhnlich aus einem Kunststoff ausgebildet, der in der Lage ist, diesen Temperaturen standzuhalten. Eine Buchse **24** aus dem Stand der Technik ist aus einem Kunststoffmaterial ausgebildet, das von DuPont unter der Handelsmarke VESPEL verkauft wird. Allerdings lässt sich dieses Material nicht in einem Schmelzprozess verarbeiten, was bedeutet, dass es für eine Ausbildung der Buchse **24** in einem Spritzgussverfahren ungeeignet ist. Die Buchse **24** wird gewöhnlich ausgehend von einem aus VESPEL-Material bestehenden Strang ausgebildet und wird mit Blick auf die in [Fig. 1](#) gezeigte Gestalt einschließlich einer Umfangsnut **28** ([Fig. 2](#)) spanabhebend bearbeitet. Die Buchse **24** wird anschließend in zwei Hälften geschnitten, um Teile **26a** und **26b** zu bilden. Ein elastisches Band **30**, das aus einem gegen hohe Temperaturen beständigen Material hergestellt ist, wird innerhalb der Nut **28** angeordnet, um die Teile **26a** und **26b** auf dem Achszapfen **16** zusammenzuhalten, bis der Achszapfen an der inneren Haube **14**, wie oben beschrieben, befestigt ist.

[0005] Die Eigenschaften des für die Herstellung der Buchse **24** verwendeten Materials, die Forderung, dass jede Buchse getrennt spanabhebend zu bearbeiten ist, und das Erfordernis des elastischen Bandes **30** führen dazu, dass die Herstellung der Buchse **24** sehr zeitaufwendig und kostspielig ist. Der

Versand der Buchsen von dem Hersteller zu dem Endbenutzer wirft Probleme auf, da die dreiteilige Buchsen dazu neigen, während des Versands auseinanderzufallen und somit zusätzliche Zeit für den Wiederzusammenbau der Buchse benötigt wird, bevor diese an der Leitschaukel **10** angebracht wird. Da jedes Teil **26a** und **26b** während des Anbringens des elastischen Bandes **30** an dem Achszapfen **16** an Ort und Stelle gehalten werden muss, ist die Montage der Buchse **24** an der Leitschaukel **10** darüber hinaus sehr zeitaufwendig. Da bei jeder Überholung des Düsentriebwerks sämtliche Leitschaukelbuchsen ausgetauscht werden, steigert der Austausch der Buchsen die Kosten und den Zeitaufwand für den Wiederaufbau des Triebwerks beträchtlich.

[0006] Eine weitere Buchse aus dem Stand der Technik wird in dem Schriftstück GB-A-757 259 beschrieben.

[0007] Es besteht ein Bedarf nach einer für ein Düsentriebwerk geeigneten Leitschaukelbuchse, die einfach und kostengünstig herzustellen ist und sich problemlos versenden und auf einer Düsentriebwerksleitschaukel anbringen lässt.

Kurzdarstellung der Erfindung

[0008] Die vorliegende Erfindung betrifft eine Buchse für eine Düsentriebwerksleitschaukel, die sich in einem Spritzgussverfahren ausbilden lässt und daher einfach und kostengünstig herzustellen ist, und hinsichtlich ihrer Konstruktion gestaltet ist, um einen problemlosen Versand sowie Anbringung der Buchse an einer Düsentriebwerksleitschaukel zu ermöglichen.

[0009] Gemäß der Erfindung ist eine Buchse offenbart, zu der erste und zweite Hälftenteile gehören, wobei jedes Hälftenteil einen im Wesentlichen halbkreisförmigen Grundkörper, ein oberes Ende, ein unteres Ende, eine erste Seite und eine zweite Seite aufweist. Die erste Seite des Grundkörpers jeder der ersten und zweiten Hälftenteile weist einen intermediären Finger auf, der zwischen den oberen und unteren Enden des Grundkörpers angeordnet ist, und die zweite Seite des Grundkörpers jedes der ersten und zweiten Hälftenteile weist einen oberen Finger, der an dem oberen Ende des Grundkörpers angeordnet ist, und einen unteren Finger auf, der an dem unteren Ende des Grundkörpers angeordnet ist. Der Abstand zwischen dem oberen und unteren Finger ist nicht geringer als die Breite des intermediären Fingers.

[0010] Die ersten und zweiten Hälftenteile sind so konstruiert und angeordnet, dass sie sich auf einem Achszapfen schnappend so anfügen lassen, dass der intermediäre Finger des ersten Hälftenteils zwischen dem oberen und unteren Finger des zweiten Hälftenteils angeordnet ist, und der intermediäre Fin-

ger des zweiten Hälftenteils zwischen dem oberen und unteren Finger des ersten Hälftenteils angeordnet ist.

Kurzbeschreibung der Zeichnungen

[0011] Die Erfindung wird nun anhand der beigefügten Zeichnungen eingehender beschrieben:

[0012] [Fig. 1](#) veranschaulicht in einer perspektivischen Ansicht eine von einer Leitschaukel abgenommene Leitschaukelbuchse aus dem Stand der Technik;

[0013] [Fig. 2](#) zeigt eine auseinander gezogene Ansicht der in [Fig. 1](#) gezeigten Leitschaukelbuchse aus dem Stand der Technik;

[0014] [Fig. 3](#) veranschaulicht in einer perspektivischen Ansicht eine von einer Leitschaukel abgenommene Leitschaukelbuchse gemäß einem ersten Ausführungsbeispiel der vorliegenden Erfindung;

[0015] [Fig. 4](#) zeigt eine auseinander gezogene Ansicht der Leitschaukelbuchse gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0016] [Fig. 5](#) veranschaulicht in einer perspektivischen Ansicht die zum Teil auf einer Leitschaukel angebrachte Leitschaukelbuchse gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0017] [Fig. 6](#) veranschaulicht in einer perspektivischen Ansicht die vollständig an einer Leitschaukel angebrachte Leitschaukelbuchse gemäß dem ersten Ausführungsbeispiel der Erfindung;

[0018] [Fig. 7](#) veranschaulicht in einer perspektivischen Ansicht eine innerhalb einer Haube eines Düsentriebwerks montierte Leitschaukel;

[0019] [Fig. 8](#) zeigt eine Schnittansicht der an einer Leitschaukel befestigten Buchse des ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, geschnitten längs der Schnittlinie 8-8 in [Fig. 7](#);

[0020] [Fig. 8A](#) zeigt in einer vergrößerten Ansicht die Buchse des ersten Ausführungsbeispiels der vorliegenden Erfindung, wie sie in [Fig. 8](#) gezeigt ist, an einer Leitschaukel befestigt.

Detaillierte Beschreibung

[0021] Mit Bezugnahme auf die Zeichnungen und insbesondere auf die [Fig. 3–13](#), wird die Leitschaukelbuchse der vorliegenden Erfindung beschrieben. In [Fig. 3–Fig. 6](#) ist ein erstes Ausführungsbeispiel einer Leitschaukelbuchse **40** der vorliegenden Erfindung gezeigt. Die Buchse **40** enthält zwei identische Teile **42**, die auf dem Achszapfen **16** zusammenge-

fügt sind, um die Buchse **40** zu bilden. Jedes Teil **42** ist als ein einstückiges Spritzgussteil aus einem Material ausgebildet, das, während es geeignet ist, geschmolzen und spritzgegossen zu werden, außerdem in der Lage ist, nach der Ausbildung des Teils den sehr hohen Temperaturen standzuhalten, denen es in einem Düsentriebwerk ausgesetzt ist. Das Material muss sich außerdem spanabhebend bearbeiten lassen, da die Fertigstellung jedes Teil in manchen Fällen möglicherweise eine spanabhebende Bearbeitung erfordert, um den speziellen Toleranzen angepasst zu werden. Das Material, das im Vorliegenden als das für diese Anwendung bevorzugte Material in Erwägung gezogen wird, basiert auf einer Kombination von etwa 80% eines Materials, das unter der Handelsmarke PEEK von Victrex USA, Inc. of West Chester, Pennsylvania, verkauft wird, und etwa 20% Polytetrafluorethylen (PTFE). im Vergleich zu dem Verfahren aus dem Stand der Technik, das eine spanabhebenden Bearbeitung eines Strangs hinsichtlich der gewünschten Gestalt verwendet, ermöglicht diese Kombination von Materialien es, komplexe Formen relativ einfach und kostengünstig auszubilden. Allerdings kann jedes Material, das über die oben beschriebenen Eigenschaften verfügt, genutzt werden, um die vorliegende Erfindung zu verwirklichen.

[0022] Wie in [Fig. 4](#) gezeigt, weist jedes Teil **42** einen Körperabschnitt **44** und einen Flanschabschnitt **46** auf. Jeder Körperabschnitt **44** weist einen oberen Finger **48**, der an dem oberen Ende **60** der einen Seite des Körperabschnitts **44** in der Nähe des Flanschabschnitts **46** ausgebildet ist, und einen unteren Finger **50** auf, der an dem unteren Ende **62** derselben Seite des Körperabschnitts **44** ausgebildet ist, auf dem der obere Finger **48** ausgebildet ist. Auf der anderen Seite des Körperabschnitts **44**, ist an einer Stelle zwischen dem oberen Ende **60** und dem unteren Ende **62** des Körperabschnitts **44** ein intermediärer Finger **52** ausgebildet. Der obere Finger **48** und der untere Finger **50** weisen zwischen sich einen Abstand auf, der im Wesentlichen gleich der Breite des intermediären Fingers **52** ist, wie sie durch den Abstand zwischen dem oberen Rand **54** und dem unteren Rand **56** des intermediären Fingers **52** definiert ist. Allerdings kann der Abstand zwischen dem oberen Finger **48** und dem unteren Finger **50** größer sein als die Breite des intermediären Fingers **52**, um eine Ausdehnung der Teile nach Anbringung der Buchse **40** an einem Achszapfen und die Anhäufung von Rückständen aus dem im Zusammenhang mit der Buchse **40** auftretenden üblichen Verschleiß zu berücksichtigen. Der obere Finger **48** weist eine durch den Abstand zwischen dem oberen Ende **60** des Körperabschnitts **44** und dem unteren Rand **66** des oberen Fingers **48** definierte Breite auf, die im Wesentlichen mit dem Abstand zwischen dem oberen Rand **54** des intermediären Fingers **52** und dem oberen Ende **60** des Körperabschnitts **44** übereinstimmt. Der

untere Finger **50** weist eine durch den Abstand zwischen dem unteren Ende **62** des Körperabschnitts **44** und dem oberen Rand **68** des unteren Fingers **50** definierte Breite auf, die im Wesentlichen mit dem Abstand zwischen dem unteren Rand **56** des intermediären Fingers **52** und dem unteren Ende **62** des Körperabschnitts **44** übereinstimmt. Diese Abmessungen der Finger **48**, **50** und **52** ermöglichen es jedem Teil **42** der Buchse **40** mit dem anderen Teil **42** der Buchse **40** ineinander zu greifen, wenn es auf dem Achszapfen **16** der Leitschaukel **10** abgebracht ist.

[0023] In [Fig. 5](#) ist das eine Teil **42** der Buchse **40** gezeigt, wie es an einem Achszapfen **16** der Leitschaukel **10** befestigt ist. Wie in [Fig. 5](#) gezeigt, ist der Abstand zwischen den oberen und unteren Fingern **48** und **50** einerseits und dem intermediären Finger **52** andererseits kleiner als der Durchmesser des Achszapfens **16**. Folglich wird das Teil **42** für seine Anbringung an den Achszapfen **16** an den Achszapfen **16** herangebracht, so dass die Finger **48**, **50** und **52** in Kontakt mit dem Achszapfen **16** kommen, und das Teil **42** wird gegen den Achszapfen **16** gedrückt, mit der Folge, dass die oberen und unteren Finger **48** und **50** von dem intermediären Finger **52** weg gebogen werden, um es dem Achszapfen **16** zu ermöglichen, zwischen den oberen und unteren Finger **48** und **50** und den intermediären Finger **52** hindurchzugelangen. Sobald der obere und untere Finger **48** und **50** und der intermediäre Finger **52** den breitesten Teil des Achszapfens **16** passiert haben, schnappen der obere und untere Finger **48** und **50** und der intermediäre Finger **52** in ihre Ruhestellungen zurück, wodurch der Achszapfen **16** innerhalb des Teils **42** in Eingriff kommt. Nachdem der obere und untere Finger **48** und **50** und der intermediäre Finger **52** an dem Achszapfen **16** angebracht sind, umspannen sie den Achszapfen **16** in einem Winkel von etwa 270°. Allerdings kann dafür auch eine Spanne von etwa 250° bis 280° verwendet werden. Das gleiche Verfahren wird durchgeführt, um das andere Teil **42** an dem Achszapfen **16** anzubringen.

[0024] Wie in [Fig. 6](#) gezeigt, fügt sich der intermediäre Finger **52** jedes Teils **42** aufgrund der Konfiguration und Abmessung des oberen und unteren Fingers **48** und **50** und des intermediären Fingers **52** nach der Anbringung beide Teiler **42** an dem Achszapfen **16** in den Spalt zwischen den oberen und unteren Finger **48** und **50** des anderen Teils **42** ein. Die sich ergebende Buchse **40** umhüllt den Achszapfen **16** vollständig.

[0025] [Fig. 8](#) und [Fig. 8A](#) zeigen in Schnittansichten längs der Schnittlinie 8-8 nach [Fig. 7](#) die Buchse **40**, die an einem Achszapfen **16** einer an der inneren Haube **14** befestigten Leitschaukel **10** angebracht ist. Nachdem die Buchse **42** an den Achszapfen **16** angebracht ist, sind die Buchse **40** und der Achszapfen **16** zwischen dem Abschnitt **20a** und **20b** der inneren

Haube **14** eingebettet. Die Bereiche **20a** und **20b** sind mittels Schrauben- und Bolzenvorrichtungen **70** aneinander befestigt. Diese Anordnung hält die Leitschaukel **10** an Ort und Stelle, wobei eine Rotation um den Achszapfen **16** möglich ist.

[0026] Da beide Teile **42** dieses Ausführungsbeispiels identisch sind, besteht keine Notwendigkeit für eine Vormontage der Buchsen vor deren Versand, und das Problem aus dem Stand der Technik, beim Versand zerfallene Buchsen wieder zusammenbauen zu müssen, ist somit eliminiert. Da jedes Teil **42** der Buchse **40** getrennt an dem Achszapfen **16** angebracht werden kann, kann außerdem auf das elastische Band verzichtet werden, das die Buchse aus dem Stand der Technik auf dem Achszapfen **16** an Ort und Stelle hält.

[0027] Der Schutzzumfang ist durch die Begriffe der Ansprüche bestimmt.

Patentansprüche

1. Buchse mit:

ersten und zweiten Hälftenteilen (**42**), wobei jedes Hälftenteil einen im Wesentlichen halbkreisförmigen Körper mit einem ersten Finger (**48**), der an einem ersten Ende einer ersten Seite des Körpers angeordnet ist, mit einem zweiten Finger (**50**), der an einem zweiten Ende der ersten Seite des Körpers angeordnet ist, und mit einem dritten Finger (**52**) aufweist, der an einer zweiten Seite des Körpers zwischen dem ersten und dem zweiten Ende des Körpers angeordnet ist, wobei der erste und der zweite Finger (**48**, **50**) zwischen einander einen Abstand aufweisen, der im Wesentlichen der Breite des dritten Fingers (**52**) entspricht, wobei das erste und das zweite Hälftenteil (**42**) so aufgebaut sind, dass sie ineinander ffügbar sind, so dass der dritte Finger (**52**) des zweiten Hälftenteils zwischen dem ersten und dem zweiten Finger (**48**, **50**) des ersten Hälftenteils angeordnet ist, wobei der dritte Finger (**52**) des ersten Hälftenteils zwischen dem ersten und dem zweiten Finger (**48**, **50**) des zweiten Hälftenteils angeordnet ist.

2. Buchse nach Anspruch 1, bei der das erste und das zweite Hälftenteil (**42**) jeweils einen halbkreisförmigen Körper aufweisen, der sich über ungefähr 250 Grad bis ungefähr 280 Grad erstreckt.

3. Buchse nach Anspruch 2, wobei wenn die Buchse zusammengefügt ist, das erste wie das zweite Hälftenteil (**42**) sich jeweils über ungefähr 270 Grad erstreckt.

4. Buchse nach Anspruch 1, wobei sowohl das erste als auch das zweite Hälftenteil (**42**) jeweils einen Flansch aufweisen, der an einem Ende des jeweiligen Körpers angeordnet ist, wobei der Flansch in

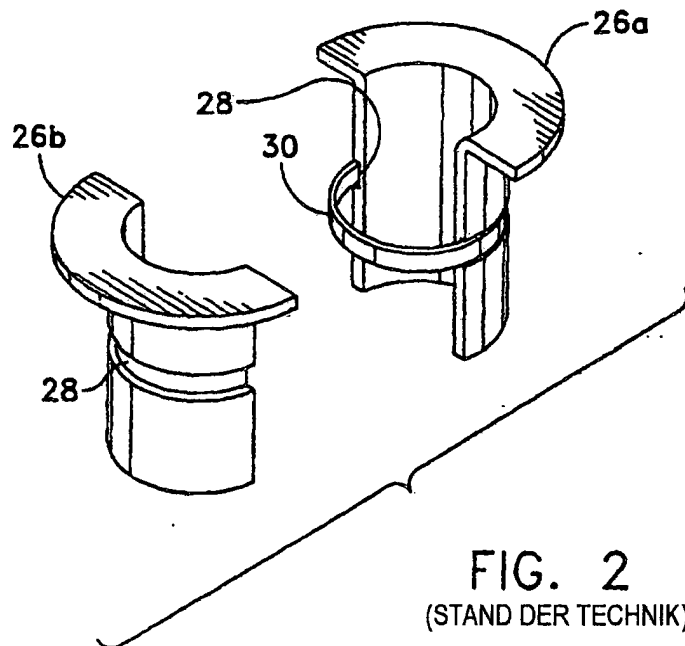
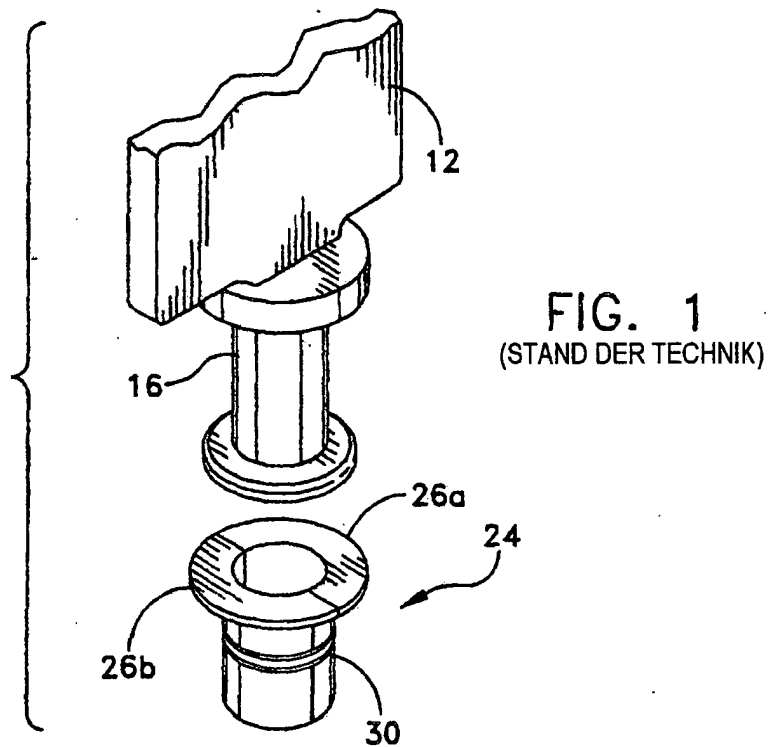
einer Ebene angeordnet ist, die zu einer Längsachse des Körpers im Wesentlichen rechtwinklig orientiert ist.

5. Buchse nach Anspruch 1, wobei das erste und das zweite Hälftenteil (**42**) jeweils aus einem Kunststoffmaterial ausgebildet ist.

6. Buchse nach Anspruch 5, wobei das Hälftenteil ein einstückiges Spritzgussteil ist.

7. Buchse nach Anspruch 5, wobei das Kunststoffmaterial eine Mischung ist, die PTFE enthält.

Es folgen 6 Blatt Zeichnungen



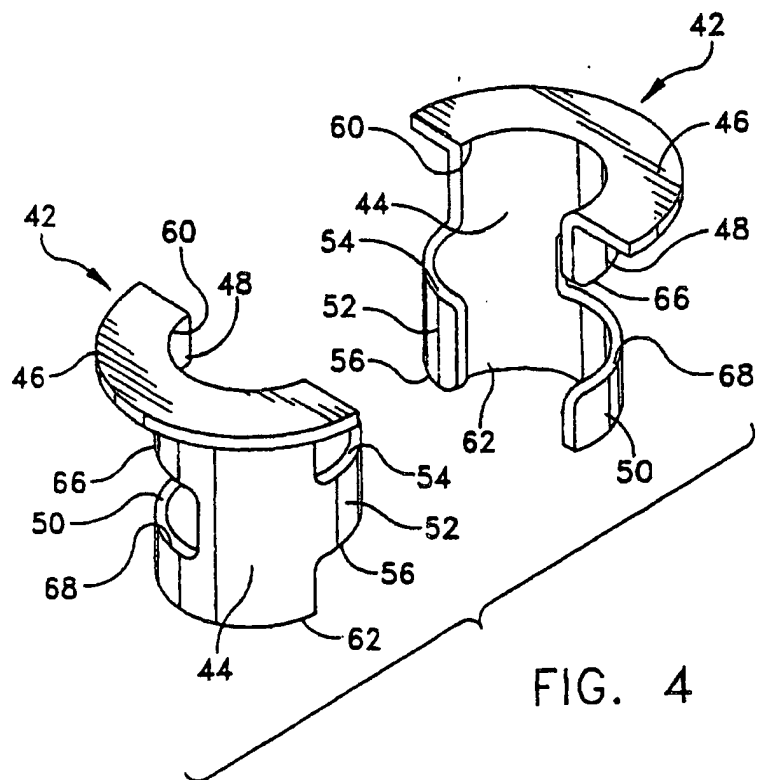
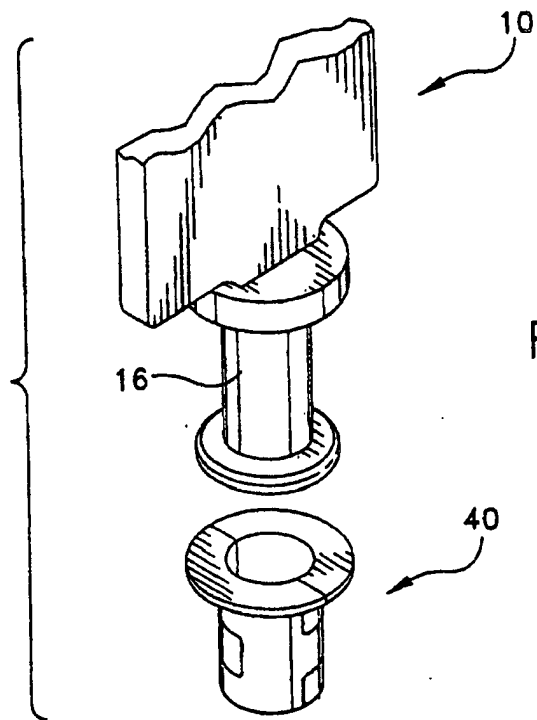


FIG. 5

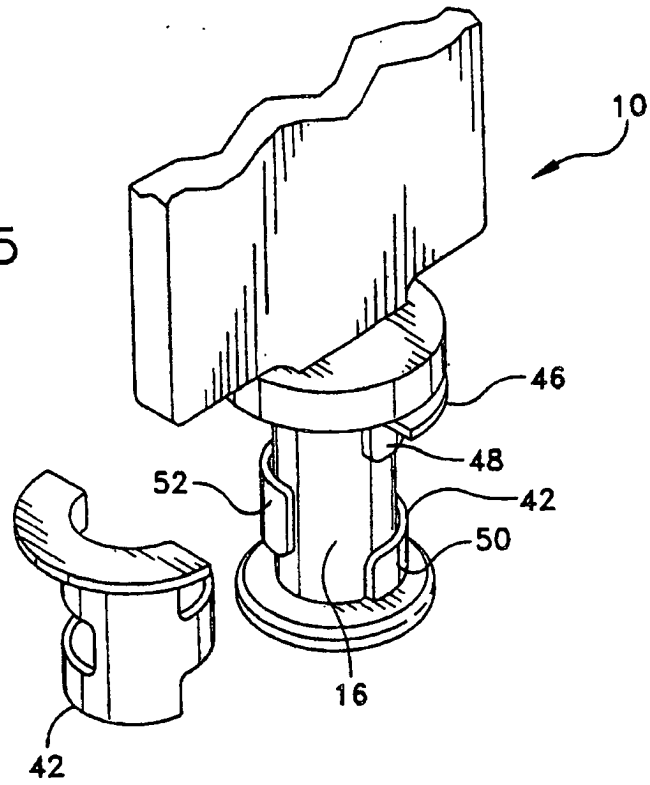
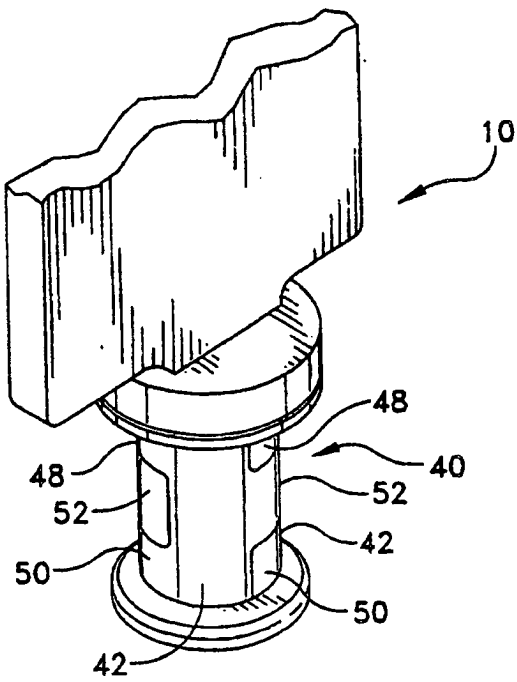
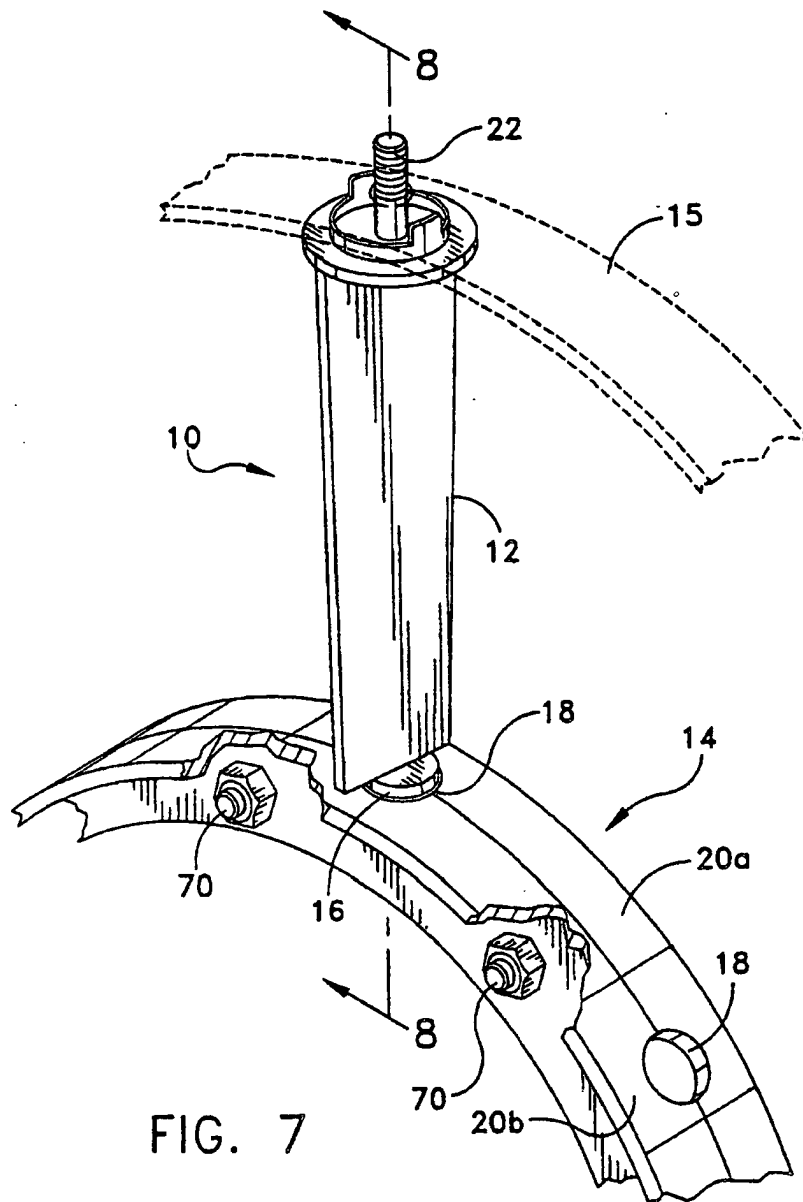


FIG. 6





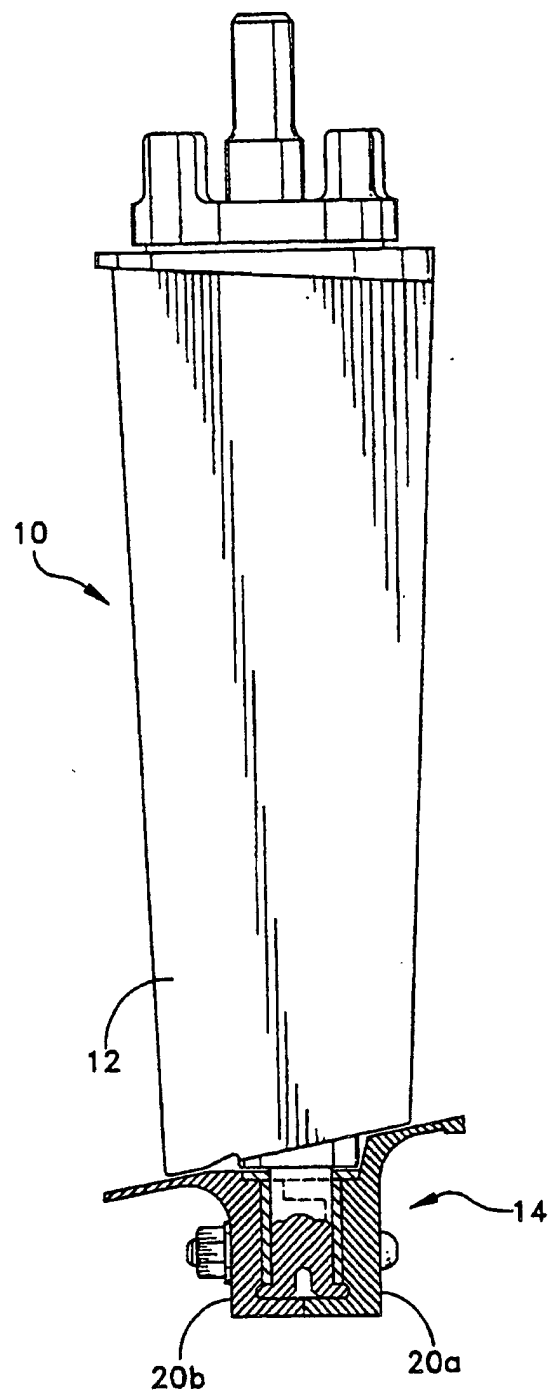


FIG. 8

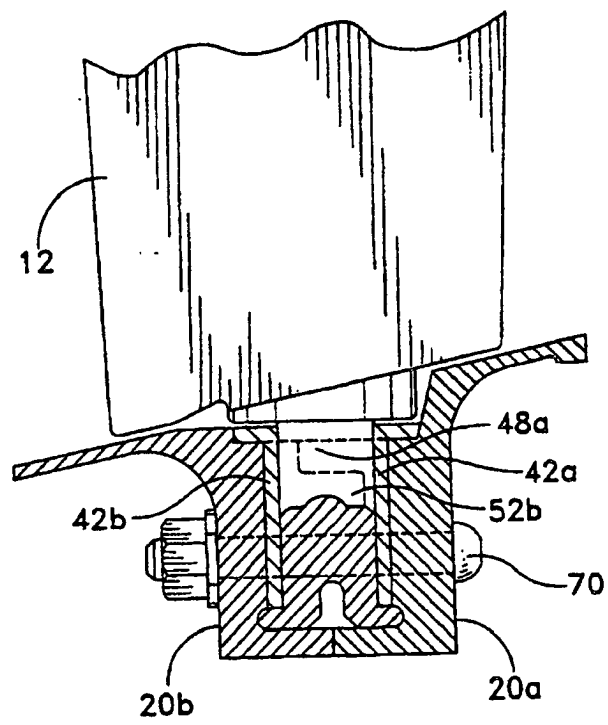


FIG. 8A