



(19)  
Bundesrepublik Deutschland  
Deutsches Patent- und Markenamt

(10) **DE 600 33 739 T2 2007.11.29**

(12)

## Übersetzung der europäischen Patentschrift

(97) **EP 1 065 490 B1**

(51) Int Cl.<sup>8</sup>: **B64F 1/26 (2006.01)**

(21) Deutsches Aktenzeichen: **600 33 739.1**

(96) Europäisches Aktenzeichen: **00 303 620.9**

(96) Europäischer Anmeldetag: **28.04.2000**

(97) Erstveröffentlichung durch das EPA: **03.01.2001**

(97) Veröffentlichungstag  
der Patenterteilung beim EPA: **07.03.2007**

(47) Veröffentlichungstag im Patentblatt: **29.11.2007**

(30) Unionspriorität:  
**342821 29.06.1999 US**

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

(73) Patentinhaber:  
**General Electric Co., Schenectady, N.Y., US**

(72) Erfinder:  
**Kinzie, Kevin W., Indian Springs, Ohio 45011, US**

(74) Vertreter:  
**Rüger und Kollegen, 73728 Esslingen**

(54) Bezeichnung: **Verfahren und Vorrichtung zur Unterdrückung akustischer Rückkopplungen in einer Motortestkammer**

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

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

## Beschreibung

**[0001]** Diese Erfindung betrifft allgemein Turbinen-triebwerke, und insbesondere die Reduzierung, wenn nicht sogar die Eliminierung des starken akustischen Tons, der während gewisser Bedingungen bei einem Test von solchen Triebwerken emittiert wird.

**[0002]** Turbinen-triebwerke werden zum Testen gewöhnlich in eine Testkammer eingeschlossen. Die Testkammer ist ausreichend groß, so dass das Triebwerk vollkommen von der Kammer umschlossen und das Testpersonal in der Lage ist, sich um die Kammer herum zu bewegen, um Untersuchungsparameter einzustellen und die Turbinenleistung zu überprüfen. Unter gewissen Betriebsbedingungen wird, während das Triebwerk in einer Testkammer angeordnet ist, ein kräftiger akustischer Ton emittiert. Dieser Ton wird gelegentlich als "Kammerheulen" bezeichnet.

**[0003]** Die Intensität des Tons kann in manchen Fällen zur Beschädigung der Testkammer und des Triebwerks führen. Bekannte Ansätze zum Eliminieren von Kammerheulen, wie sie von Jones et al. in "The Acoustic Response Of Altitude Test Facility Exhaust Systems To Axisymmetric And Two-Dimensional Turbine Engine Exhaust Plumes", DGLR/AIAA 92-02-131, Mai 1992, beschrieben sind, beinhalten den Versuch, eine Position des Kammerabgassammlers in Bezug auf einen Triebwerksdüsenaustritt zu optimieren, Wasser in einen Triebwerksabgasstrahl zu injizieren, Volumenresonatoren in dem Kammerabgassammler zu positionieren und einen sekundären konzentrischen Kanal in dem Abgassammler einzufügen. Diese bekannten Ansätze haben sich für Triebwerksdüsen nicht in jedem Fall hinsichtlich der Beseitigung von Kammerheulen als hundertprozentig erfolgreich erwiesen und das durch einige Triebwerke erzeugte Heulen wird nicht einmal immer reduziert.

**[0004]** Die US 4 168 763 offenbart einen Ring von Rohren, der sich von einer Gehäusewand der Lärmunterdrückungseinrichtung ausreichend weit nach innen erstreckt, um an den Umfang des hohe Geschwindigkeit aufweisenden Kerns eines Überschallstrahlabgases zu stoßen, um den Kern zu stören und die erzeugte Schallleistung zu reduzieren.

**[0005]** Die GB-A-2 288 209 offenbart eine Lärmunterdrückungseinrichtung für einen Gasturbinen-triebwerksprüfstand, der einen Kanal aufweist, durch den die Triebwerksabgase strömen.

**[0006]** In einem Aspekt betrifft die vorliegende Erfindung nach den Ansprüchen 1 und 4 ein Strömungs- störverfahren und eine Strömungsstörereinrichtung, die Kammerheulen unterdrückt, ohne die Triebwerks- testbedingungen wesentlich zu beeinträchtigen. In ei-

nem Ausführungsbeispiel enthält die Einrichtung einen Strömungsstörer, der für eine Positionierung nahe bei einem Düsenaustritt einer Triebwerksdüse konfiguriert ist, und einen Strömungsstörerhalter, um den Strömungsstörer bei einer ausgewählten Stelle zu halten.

**[0007]** Der Strömungsstörer ist einstellbar an dem Halter befestigt, so dass sich ein Abstand, in dem eine Spitze des Störers in Bezug auf den Halter angeordnet ist, einstellen lässt. Insbesondere weist der Halter in einem Ausführungsbeispiel eine Basis mit einer einstellbaren Führung auf, um eine axiale Einstellung des Strömungsstörers in Bezug auf eine Düsenaustrittsebene zu ermöglichen. Der Halter weist ferner einen ersten Halterarm auf, der sich vertikal aus der Basis erstreckt, und einen zweiten Halterarm, der sich in einem Winkel aus der Basis zu dem ersten Halterarm hin erstreckt. Der erste und der zweite Halterarm sind in Bezug auf die einstellbare Führung beweglich und sind daran beispielsweise durch Bolzenschrauben befestigt. In ähnlicher Weise ist der Strömungsstörer durch eine Bolzenschraube an dem ersten Arm befestigt, und der Störer lässt sich in Bezug auf den ersten Halterarm so einstellen, dass sich der Grad, bis zu dem sich die Störerspitze in den Triebwerksabgasstrom hinein erstreckt, einstellen lässt.

**[0008]** Vor dem Testen eines Triebwerks in einer Testkammer wird die axiale Position PAP des Störers und die Eindringtiefe P des Störers in den Triebwerksabgasstrom ausgewählt. Der Störer sollte so positioniert sein, dass er die Turbinenleistung nur minimal oder überhaupt nicht beeinträchtigt, jedoch Kammerheulen unterdrückt, wenn nicht sogar völlig eliminiert.

**[0009]** Die oben beschriebene Strömungsstörereinrichtung reduziert das Kammerheulen wirkungsvoll und lässt sich rasch, problemlos und kostengünstig herstellen und in bestehenden sowie neu erstellten Testeinrichtungen installieren. Darüber hinaus ist die Strömungsstörereinrichtung außerhalb der Triebwerksdüse angeordnet, was ihren beeinträchtigenden Einfluss auf Testmesswerte minimiert. Durch eine Beseitigung des Kammerheulens und eine Minimierung des Einflusses auf einen Testmesswert lassen sich Triebwerkstests zuverlässig und unter konsistenten Bedingungen ausführen, und Schäden durch Kammerheulen vermeiden.

**[0010]** Im Folgenden wird nun ein Ausführungsbeispiel der Erfindung exemplarisch anhand der beigefügten Zeichnungen beschrieben:

**[0011]** [Fig. 1](#) veranschaulicht schematisch einen Breitbandüberschallstrahl lärm;

**[0012]** [Fig. 2](#) veranschaulicht schematisch einen Überschallstrahl in einem Kreischmodus;

[0013] [Fig. 3](#) veranschaulicht schematisch eine Strömungsstörereinrichtung, die in Bezug auf eine Triebwerksdüse positioniert ist;

[0014] [Fig. 4](#) veranschaulicht schematisch den Ort der Strömungsstörereinrichtung in Bezug auf einen Düsenaustritt; und

[0015] [Fig. 5](#) veranschaulicht die in [Fig. 3](#) gezeigte Strömungsstörereinrichtung in einer perspektivischen Ansicht.

[0016] [Fig. 1](#) veranschaulicht schematisch Breitbandüberschallstrahl lärm, und [Fig. 2](#) veranschaulicht schematisch einen Überschallstrahlkreischmodus. Unter der Breitbandlärmbedingung strömt Luft in einer Richtung **10** aus einem Auslass **12** einer Triebwerksdüse **14**. Eine zufällige Turbulenz **16** erzeugt Lärm, wie in [Fig. 1](#) gezeigt. Unter Bezugnahme auf [Fig. 2](#) tritt Schockwellenkreischen auf, wenn eine Turbulenz durch ein quasiperiodisches Schockwellenkamersystem in einen Abgaspilz **18** übertragen wird. Akustische Wellen bewegen sich stromaufwärts zu dem Düsenaustritt **12** fort und erzeugen anschließend eine neue Turbulenz von derselben Wellenlänge wie die akustischen Wellen. Wenn sich die akustische Wellenlänge in Nähe desselben Abstands wie die Schockwellenkammern befindet, entsteht eine rezonante Rückkopplungsschleife **20**, die außerordentlich unstete und kräftige akustische Töne **22** hervorbringen kann. Diese akustischen Töne **22** erzeugen das Kammerheulen.

[0017] [Fig. 3](#) veranschaulicht schematisch eine Strömungsstörereinrichtung **100**, die in einer operativen Position in Bezug auf eine Schubdüse **N** und einen Testkammerabgassammler **C** angeordnet ist. Die Einrichtung **100** enthält, wie in [Fig. 3](#) gezeigt, einen Strömungsstörer **102**, der nahe bei einem Düsenaustritt **E** der Düse **N** positioniert ist, und einen Strömungsstörerhalter **104**, um den Strömungsstörer **102** bei einer ausgewählten Stelle zu halten. Der Strömungsstörer **102** weist eine quadratische Querschnittsform auf. Der Störer **102** kann jedoch vielfältig geometrisch gestaltet sein und muss nicht unbedingt symmetrisch um eine Achse sein. In einem abgewandelten Ausführungsbeispiel weist der Störer **102** darüber hinaus einen Wasserkanal auf, um durch den Störer **102** Kühlwasser strömen zu lassen.

[0018] Der Störer **102** ist einstellbar an dem Halter **104** befestigt, so dass sich der Abstand, in dem eine Spitze **106** von dem Störer **102** angeordnet ist, einstellen lässt. Insbesondere weist der Halter **104** eine Basis **108** auf, die an einer einstellbaren Führung **110** befestigt ist, um eine axiale Einstellung des Strömungsstörers **102** in Bezug auf eine Düsenaustrittsebene zu ermöglichen. Die Basis **108** ist beispielsweise durch Bolzenschrauben an der Führung **110** befestigt. Der Halter **104** enthält ferner einen ersten Hal-

terarm **112**, der sich vertikal aus der Basis **108** erstreckt, und einen zweiten Halterarm **114**, der sich in einem Winkel aus der Basis **108** zu dem ersten Halterarm **112** hin erstreckt. In ähnlicher Weise ist der Strömungsstörer **102** durch eine Bolzenschraube an dem ersten Arm **112** befestigt, und der Störer **102** lässt sich in Bezug auf Arm **112** so einstellen, dass sich das Maß, bis zu dem die Spitze **106** in den Triebwerksabgasstrom ragt, der sich in eine durch den Pfeil **116** angezeigte Richtung bewegt, einstellen lässt.

[0019] Der Strömungsstörer **102** ist aus rostfreiem Stahl hergestellt. Der Halter **104** besteht aus Kohlenstoffstahl. Selbstverständlich können vielfältige andere Werkstoffe verwendet werden, und die vorliegende Erfindung ist nicht auf den Einsatz eines speziellen Werkstoffs beschränkt.

[0020] Indem nun Bezug auf [Fig. 4](#) genommen wird, die den Ort der Einrichtung **100** in Bezug auf den Düsenaustritt **E** schematisch veranschaulicht, werden vor dem Testen eines Triebwerks in einer Testkammer die axiale Position PAP des Störers und die Eindringtiefe **P** des Störers in einen Abgasstrom **118** ausgewählt. Insbesondere bezeichnet die axiale Position PAP des Störers den Abstand von dem Düsenaustritt **E** zu dem Störer **102**. Die Störereindringtiefe **P** bezeichnet die Länge des Abschnitts des Störers **102**, die sich in dem Triebwerksabgasstrom **118** befindet oder darin eindringt.

[0021] Des spezielle Triebwerk, das gerade getestet wird, und die spezielle Gestalt des Störers **102** beeinflussen die gewünschte axiale Position PAP und Eindringtiefe **P**. Der Störer **102** sollte so positioniert sein, dass der Störer **102** die Turbinenleistung nicht beeinträchtigt, jedoch Kammerheulen unterdrückt, wenn nicht sogar völlig eliminiert. In einem speziellen Test wurde empirisch ermittelt, dass eine Eindringtiefe **P** von 10,16 cm (4,0 Zoll) und eine Position PAP von 17,52 cm (6,9 Zoll) brauchbare Ergebnisse erbrachte. Auch hier können sämtliche Triebwerkseigenschaften und Störereigenschaften die spezielle Position des Störers in Bezug auf den Triebwerksdüsenaustritt beeinflussen.

[0022] [Fig. 5](#) veranschaulicht in einer perspektivischen Ansicht die Störereinrichtung **100**. Wie aus [Fig. 5](#) klar ersichtlich, weist der Strömungsstörer **102** eine quadratische Querschnittsform auf und ist einstellbar an dem Halter **104** befestigt. Insbesondere erstreckt sich der Störer **102** in eine in dem Arm **112** ausgebildete Öffnung **120** hinein, und eine Stellschraube **122** erstreckt sich durch den Arm **112** und ist gegen den Störer **102** fest angezogen, um den Störer **102** an Ort und Stelle zu halten.

[0023] Vielfältige Veränderungen der oben beschriebenen Strömungsstörereinrichtung sind mög-

lich. Beispielsweise können sowohl der Halter als auch der Strömungsstörer viele unterschiedliche Formen und Konfigurationen aufweisen. Weiter kann der Strömungsstörer beispielsweise anstelle von dem Boden der Testkammer her, wie es in den Figuren gezeigt ist, von der Decke her getragen werden. Im Allgemeinen erfüllt der Halter die Funktion, das Maß, bis zu dem sich der Strömungsstörer in den Abgasstrom hinein erstreckt, und die axiale Position des Strömungsstörers in Bezug auf den Düsenaustritt zu steuern. Der Störer erfüllt die Funktion, den Abgasstrom ausreichend zu stören, so dass Kammerheulen unterdrückt ist, jedoch nicht in dem Maße zu stören, dass der Betrieb des Triebwerks beeinträchtigt ist. Insbesondere eliminiert der Störer die resonanten Rückkopplungsschleifen in den Abgaspilzen und beseitigt dadurch die durch derartige Schleifen erzeugten akustischen Töne.

### Patentansprüche

1. Verfahren zum Unterdrücken von Kammerheulen beim Testen eines Turbinentriebwerks, wobei das Verfahren die Schritte aufweist:

Anordnen eines Strömungsstörers (102) bei einem ausgewählten axialen Abstand (PAP) von einem Düsenaustritt (E) des Triebwerks;

Anordnen des Strömungsstörers (102) bei einer ausgewählten Eindringtiefe (P) in einen Abgasströmungspfad des Triebwerks; und

gekennzeichnet durch:

den an einem Halter (104) angebrachten Strömungsstörer (102),

den Halter, der einstellbar ist, um axiale Einstellungen eines Abstands PAP an dem Strömungsstörer in Bezug auf den Düsenaustritt des Triebwerks zu ermöglichen; und

den Halter, der ferner einstellbar ist, um die Eintauchtiefe (P) des Strömungsstörer in den Abgasströmungspfad zu steuern.

2. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der ausgewählte Abstand (PAP) und die Eintauchtiefe (P) bewirken, dass der Strömungsstörer (102) Kammerheulen beseitigt.

3. Verfahren nach Anspruch 1, wobei der ausgewählte Abstand (PAP) und die Eintauchtiefe (P) bewirken, dass der Strömungsstörer (102) die Triebwerkstestoperationen nicht wesentlich beeinträchtigt.

4. Vorrichtung (100) zum Unterdrücken des Heulens einer Triebwerkstestkammer, aufweisend:  
einen Strömungsstörer (102), der für eine Positionierung in einem ausgewählten Abstand von einem Düsenaustritt (E) eines Turbinentriebwerks konfiguriert ist;

einen Strömungsstörerhalter (104), um den Strömungs-, störer (102) bei einer ausgewählten Stelle zu halten; und

gekennzeichnet durch:  
den Strömungsstörerhalter, der einstellbar ist, um axiale Einstellungen (PAP) des Strömungsstörers in Bezug auf den Düsenaustritt (E) des Triebwerks zu ermöglichen, den Strömungsstörerhalter, den Strömungsstörerhalter, der ferner einstellbar ist, um Einstellungen der Eindringtiefe (P) des Strömungsstörers in Bezug auf den Abgasströmungspfad zu ermöglichen.

5. Vorrichtung (100) nach Anspruch 4, wobei der Strömungsstörer (102) einen Wasserkanal aufweist, um durch den Störer (102) Kühlwasser strömen zu lassen.

6. Vorrichtung (100) nach Anspruch 4, wobei der Halter (104) eine Basis (108) und einen ersten Halterarm (112) aufweist, der sich vertikal aus der Basis (108) erstreckt, wobei der Störer (102) an den ersten Halterarm einstellbar befestigt ist.

7. Vorrichtung (100) nach Anspruch 6, wobei der Halter (104) ferner einen zweiten Halterarm (114) aufweist, der sich in einem Winkel aus der Basis (108) zu dem ersten Halterarm (112) hin erstreckt.

8. Vorrichtung (100) nach Anspruch 4, wobei der Störer (102) aus rostfreiem Stahl besteht.

9. Vorrichtung (100) nach Anspruch 4, wobei die Basis (104) aus einem Kohlenstoffstahl besteht.

10. Vorrichtung (100) nach Anspruch 4, wobei der Störer (102) eine quadratische Querschnittsform hat.

Es folgen 3 Blatt Zeichnungen

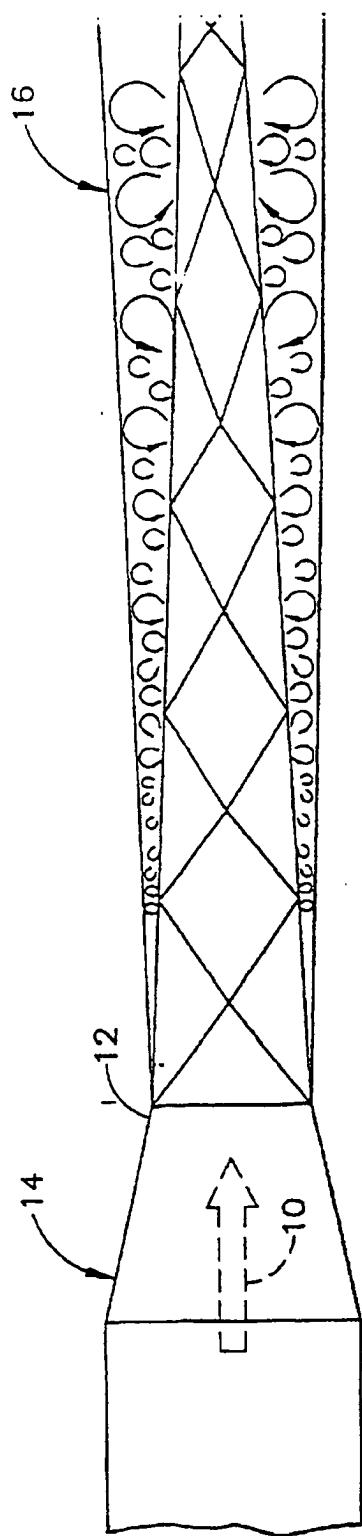


FIG. 1

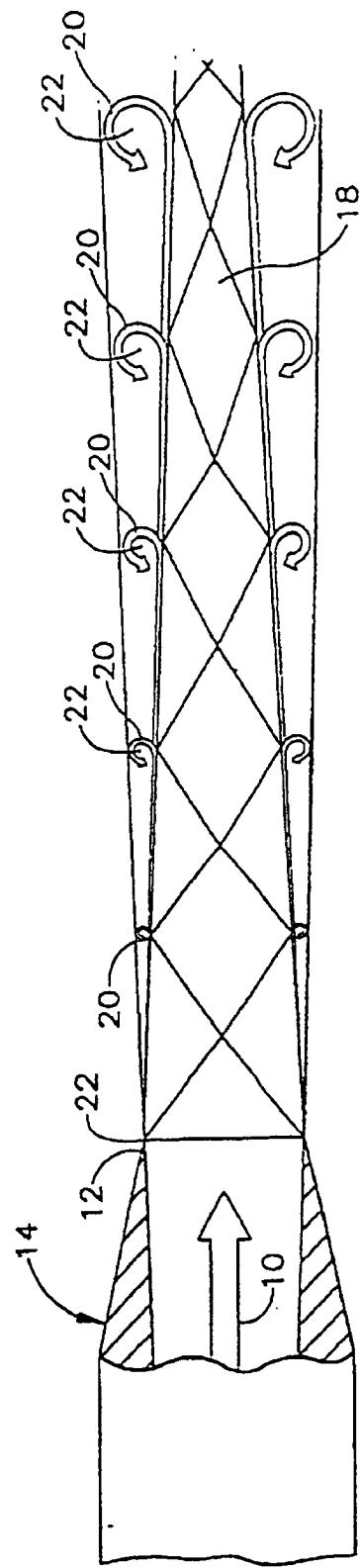


FIG. 2

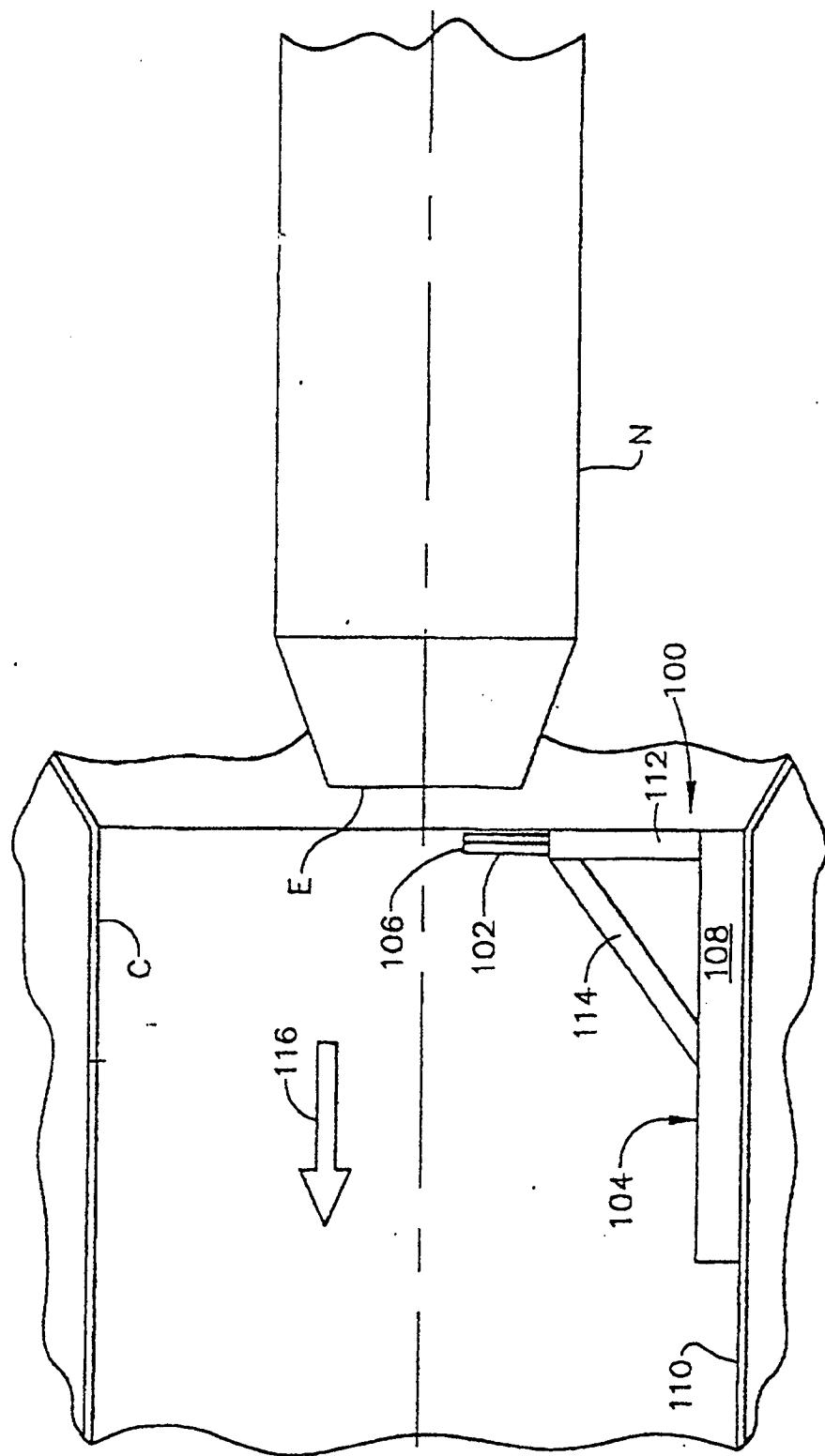


FIG. 3

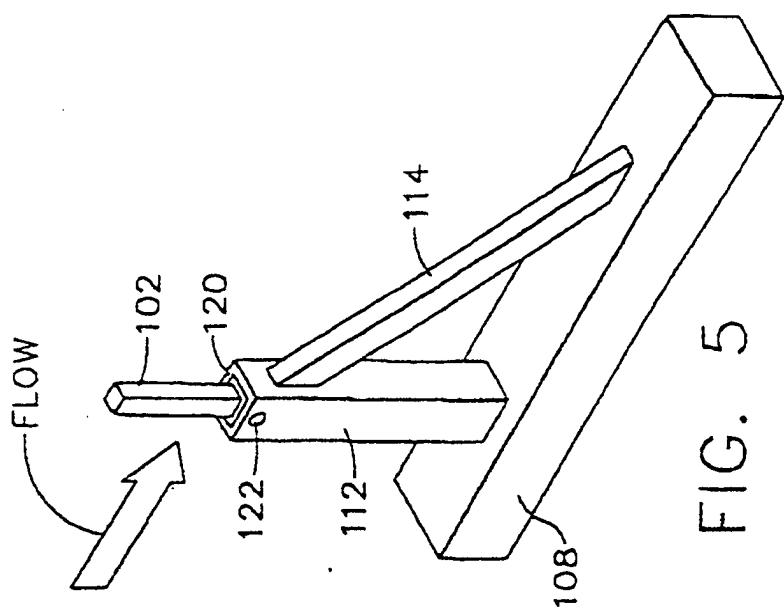


FIG. 5

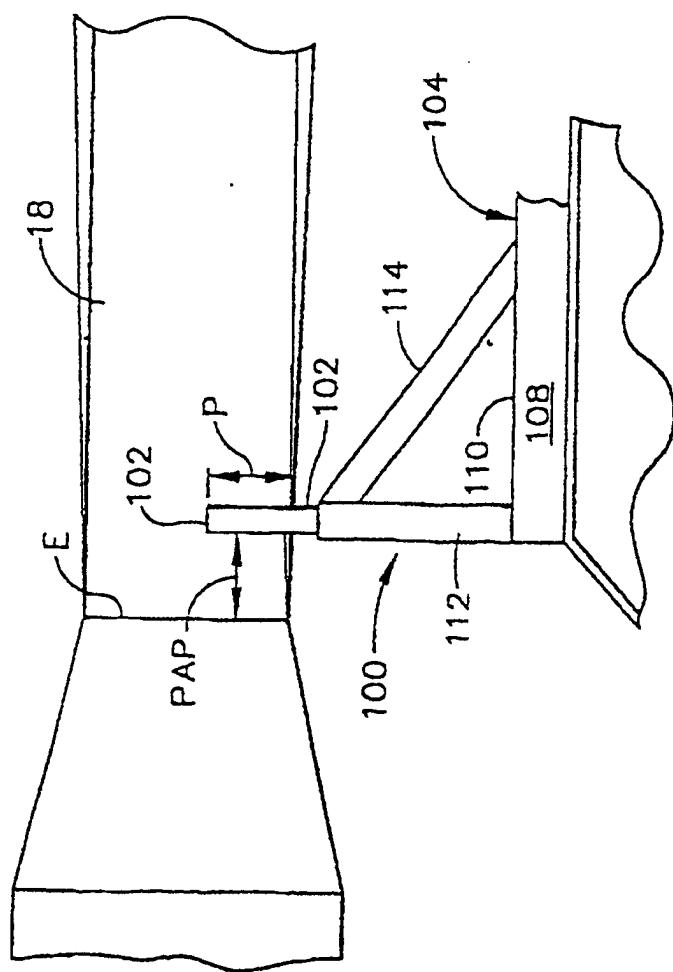


FIG. 4