



(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 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 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 hohen 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 Strömungsstörverfahren und eine Strömungsstöreinrichtung, die Kammerheulen unterdrückt, ohne die Triebwerkstestbedingungen 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 beige-fügten Zeichnungen beschrieben:

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

**[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 Breitbandüberschallstrahlärm, und [Fig. 2](#) veranschaulicht schematisch einen Überschallstrahlkreismodus. 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 Schockwellenkammersystem 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 resonante 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 112 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 Triebwerkeigenschaften 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 Stellenschraube 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 Abgaspfaden 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 Strömungsstörers 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 Strömungsstörer (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, 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

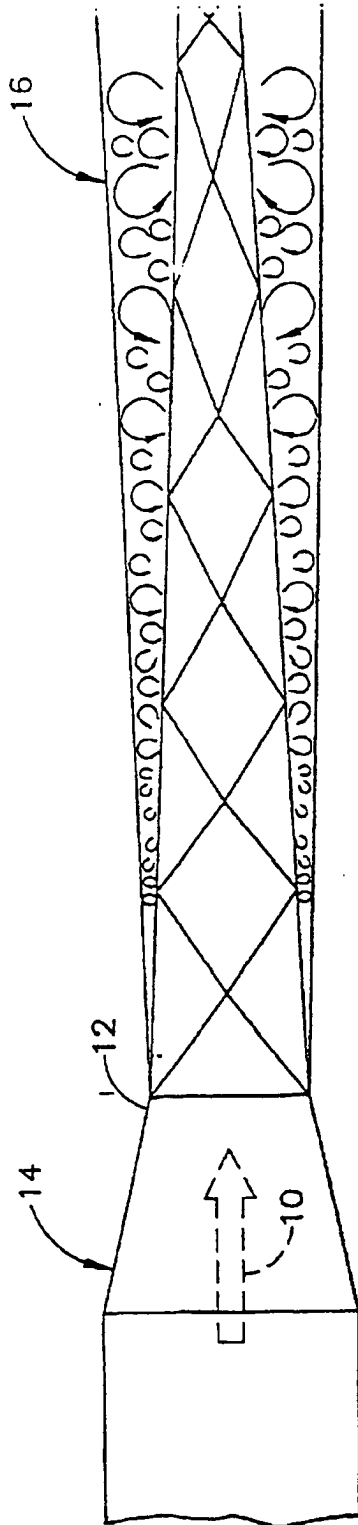


FIG. 1

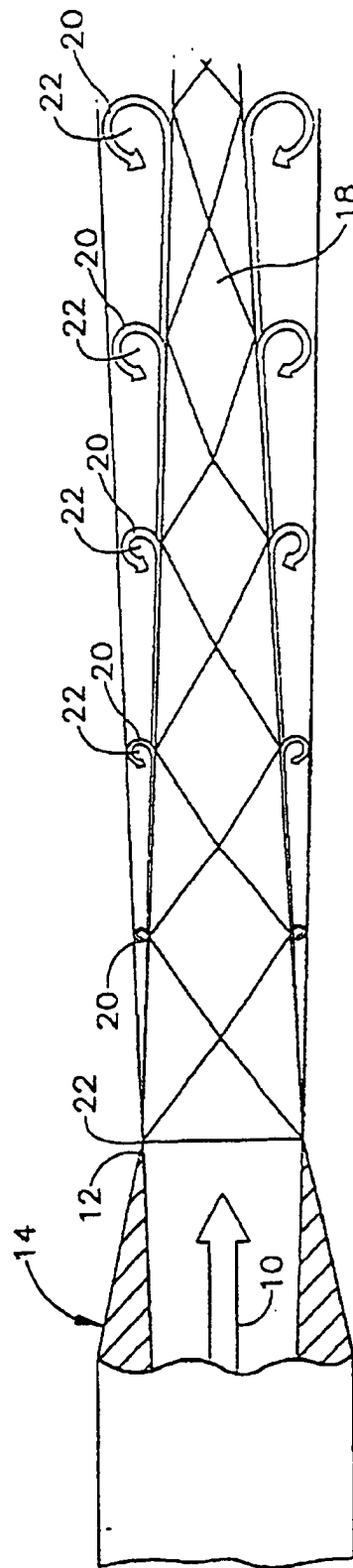


FIG. 2

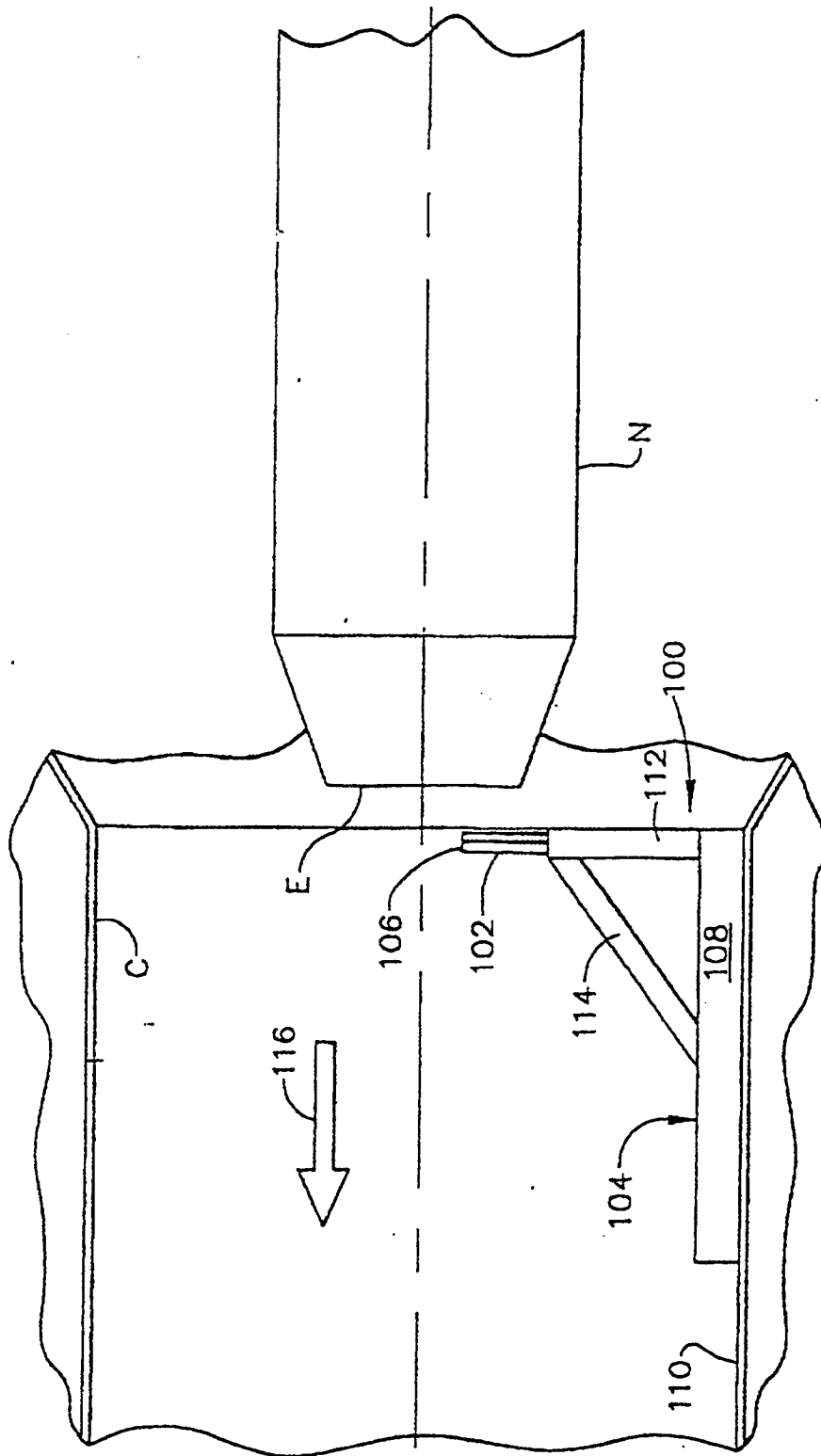


FIG. 3

