



SCHWEIZERISCHE EIDGENOSSENSCHAFT
EIDGENÖSSISCHES INSTITUT FÜR GEISTIGES EIGENTUM

(11) CH

703 591 A2

(51) Int. Cl.: G21C 17/00 (2006.01)

Patentanmeldung für die Schweiz und Liechtenstein

Schweizerisch-liechtensteinischer Patentschutzvertrag vom 22. Dezember 1978

(12) PATENTANMELDUNG

(21) Anmeldenummer: 01284/11

(22) Anmeldedatum: 02.08.2011

(43) Anmeldung veröffentlicht: 15.02.2012

(30) Priorität: 06.08.2010 US 12/851,910

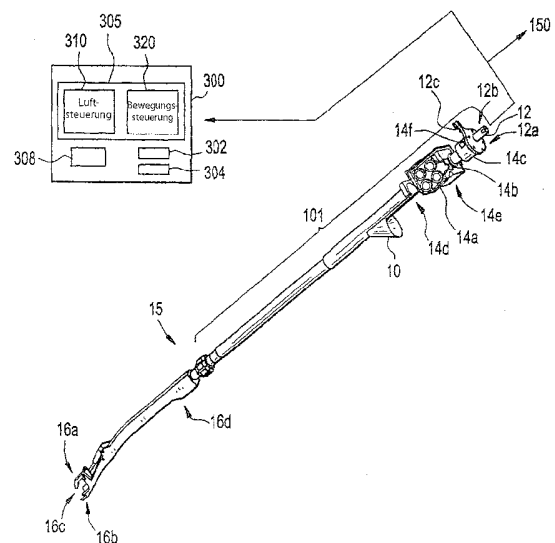
(71) Anmelder:
GE-Hitachi Nuclear Energy Americas, LLC,
3901 Castle Hayne Road
Wilmington, North Carolina 28401 (US)

(72) Erfinder:
Robert K. Dorosko,
Wilmington, North Carolina 24801 (US)
Jason Shawn Bates,
Wilmington, North Carolina 24801 (US)

(74) Vertreter:
R. A. Egli & Co. Patentanwälte, Horneggstrasse 4
8008 Zürich (CH)

(54) Strahlpumpeninspektionsvorrichtung.

(57) Die Erfindung betrifft eine Strahlpumpeninspektionsvorrichtung, die einen Sondenantrieb (14) enthält, der mit einem Führungstrichter (10) gekoppelt ist. In einer beispielhaften Ausführungsform ist der Sondenantrieb (14) codiert und der Sondenantrieb und der Führungstrichter (10) sind am Korpus (101) der Vorrichtung angeordnet, um die für eine Inspektion benötigte Zeit zu verringern, wodurch das Personal einer geringeren radioaktiven Kontaminierung ausgesetzt wird.



Beschreibung

Technisches Gebiet

[0001] Beispielhafte Ausführungsformen betreffen allgemein eine Strahlpumpeninspektionsvorrichtung, die einen codierten Sondenantrieb aufweist, der mit einem Hybrid-Führungstrichter gekoppelt ist, der Sondenkabelbaugruppen zu Siedewasserreaktor (SWR)-Strahlpumpenbaugruppen führt.

Beschreibung des Standes der Technik

[0002] Bohrungen wie zum Beispiel Rohre oder zylindrisch geformte Ausrüstungen werden oft in ein Becken mit Wasser oder einer anderen Flüssigkeit getaucht. Es ist oft notwendig, ein Wartungswerkzeug oder eine Inspektionssonde in die untergetauchte Bohrung hinabzulassen. Zum Beispiel weist ein Reaktordruckbehälter (RDB) eines Siedewasserreaktors (SWR) in der Regel untergetauchte Bohrungen auf, die während Wartungsroutinen inspiziert werden müssen. Hohlrohrstrahlpumpen mit internen Bohrungen werden in einen Ringraum eingesetzt, um den benötigten Reaktorkernwasserstrom zu erzeugen. Die Strahlpumpe enthält einen oberen Abschnitt, der als der Einlassmischer bezeichnet wird, und einen unteren Abschnitt, der als der Diffusor bezeichnet wird. Der Einlassmischer und der Diffusor werden aufgrund ihrer grossen Abmessungen durch Verschweissen mehrerer zylindrischer und konischer Sektionen hergestellt. Insbesondere werden jeweilige Enden benachbarter zylindrischer Sektionen mittels einer Umfangsschweissung miteinander verbunden. Während des Betriebes des Reaktors können sich an den Nähten der Umfangsschweissung intergranulare Spannungskorrosionsrisse (IGSCC) und strahlungsunterstützte Spannungskorrosionsrisse (IASCC) in Wärmeeinflusszonen bilden. Dies kann die strukturelle Integrität der Strahlpumpe schwächen.

[0003] Es ist wichtig, die Schweissnähte des Einlassmischers und des Diffusors der Strahlpumpe regelmässig zu untersuchen, um festzustellen, ob sich Risse gebildet haben. Obgleich visuelle Untersuchungen in dem Ringraum oder der Region zwischen einem Schirmblech und einer Druckbehälterwand vorgenommen werden können, sind diese Untersuchungen aufgrund des beschränkten Zugangs zu der ringförmigen Region des Reaktors doch meistens nur Teil-Inspektionen. Darum werden Untersuchungen der Strahlpumpenschweissnähte oft mit Hilfe eines Inspektionswerkzeugs durchgeführt, das im Inneren des Strahlpumpeneinlassmischers und des Strahlpumpendiffusors angeordnet wird. Solche Inspektionswerkzeuge führen Ultraschall- und/oder Wirbelstromuntersuchungen von Strahlpumpenschweissnähten aus dem Inneren des Strahlpumpeneinlassmischers und des Strahlpumpendiffusors in einem Kernreaktor durch.

[0004] In der Regel handhabt Betriebspersonal, das sich auf einer 360°-Serviceplattform über der Oberfläche des Beckens befindet, Stäbe und andere mechanische Aufhängungsvorrichtungen, um einen Trichter an dem Einlassmischer jeder zu inspizierenden Strahlpumpe anzuordnen. In einigen Fällen wird das Werkzeug von einer Brennelementaustauschbrücke oder Hilfsbrücke aus zum Einsatz gebracht. Für einen einzelnen SWR gibt es in der Regel 20 Strahlpumpen, aber ein SWR kann auch bis zu 24 aufweisen. Vor dem Einsetzen des Zufuhrwerkzeugs in das Becken wird der Sondenkopf samt Kabel in das Zufuhrwerkzeug geladen. Nachdem das Zufuhrwerkzeug am Strahlpumpeneinlass positioniert ist, wird der Trichter mittels einer Druckluftklemme am Einlass befestigt. Da die Einlässe in die Strahlpumpen oft bis zu 50 Fuss unter die Oberfläche des Beckens untergetaucht sind, ist die manuelle Handhabung dieser Stäbe und des Trichters schwierig und zeitaufwändig.

[0005] Nachdem das Werkzeugzufuhrsystem mit dem Einlassmischer gekoppelt ist, wird das Inspektionswerkzeug oder die Inspektionssonde in eine kalibrierte Referenzhülse hinabgesenkt, um die Ultraschallsonden vor der Inspektion zu kalibrieren. Der Abtastkopf wird dann in den Einlass der Pumpe hinabgesenkt, um die Inspektion zu beginnen. Nachdem die erste benachbarte Strahlpumpe inspiziert ist, wird der Abtastkopf in der Kalibrierhülse positioniert, und es wird eine Inspektion nach der Kalibrierung ausgeführt. Das Werkzeugzufuhrsystem wird dann abgenommen und zur nächsten Pumpe bewegt. Das Anbringen, Kalibrieren, Einführen und Inspizieren wird wiederholt, bis alle Strahlpumpen inspiziert wurden. Oft benutzt der Anlagenfahrer mindestens eine Tauchkamera, um das Bewegen, Handhaben, Anbringen und Abnehmen der untertauchten Komponenten zu erleichtern.

[0006] Der Sondenantrieb befindet sich so nahe wie möglich am Einlass der Pumpe, um den Positionsfehler infolge der Kabeldehnung zwischen der Positioniervorrichtung und dem Abtastköpf zu verringern. In anderen Systemen und Verfahren kann eine Sondenantriebsbaugruppe oberhalb der Beckenoberfläche positioniert sein. Eine solche Sondenantriebsbaugruppe sorgt mittels einer Aufrollspule und eines Satzes Andruckrollen zum Heben und Senken des Sondenkopfes für den axialen Vortrieb der eingeführten Sonde. Es ist aber oft eingeschätzt worden, dass solche Systeme nur schwierig in der genauen Position zu halten sind.

[0007] Das heisst, die derzeitigen Systeme und Verfahren zum Inspizieren der Innenseite einer untergetauchten Bohrung, wie zum Beispiel einer Kernreaktor-Strahlpumpe, die 50 Fuss unter die Oberfläche eines Wasserbeckens untergetaucht sein kann, sind schwierig, zeitaufwändig und kostspielig. Oft werden solche Aufgaben zu einer terminführenden Komponente während des Brennelementwechsels in einem Kernreaktor. Darum kann jede Möglichkeit zum Verkürzen der dafür benötigten Zeit die Zeitdauer verkürzen, in der der Reaktor vom Netz genommen und unproduktiv ist, und kann somit beträchtliche Kosteneinsparungen für den Reaktorbetreiber sowie verringerte Strahlungsdosen für Anlagenfahrer und Techniker realisieren.

Kurze Beschreibung der Erfindung

[0008] Beispielhafte Ausführungsformen betreffen eine Strahlpumpeninspektionsvorrichtung, die Sondenkabelbaugruppen in Strahlpumpenbaugruppen von Siedewasserreaktoren (SWR) von einer Plattform aus einführt, ohne dass eine Unterwasservorrichtung benötigt wird. Zu den Vorteilen gehört, dass ein Sondenkopf zur Wartung herausgenommen werden kann, ohne die gesamte Zufuhrvorrichtung, das Werkzeug oder den untergetauchten Teil herausnehmen oder neu positionieren zu müssen, eine verkürzte Inspektionszeit und/oder weniger Platzbedarf, der terminkritische Aktivitäten wie zum Beispiel Brennstabbewegungen behindern könnte.

[0009] Strahlpumpeninspektionsvorrichtungen beispielhafter Ausführungsformen können einen codierten Sondenantrieb und einen Führungstrichter am Korpus der Vorrichtung enthalten, um die für Inspektionen benötigte Zeit zu verringern, wodurch das Personal einer geringeren radioaktiven Kontamination ausgesetzt wird.

Kurze Beschreibung der Zeichnungen

[0010] Die beispielhaften Ausführungsformen werden anhand der ausführlichen Beschreibung der beiliegenden Zeichnungen besser verstanden, in denen gleiche Elemente durch gleiche Bezugszahlen dargestellt werden, die nur der Veranschaulichung dienen und die darum nicht die im vorliegenden Text beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen einschränken.

- FIG. 1 ist eine Seitenansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer Strahlpumpeninspektionsvorrichtung.
- FIG. 2 ist eine isometrische Ansicht der Stabbefestigung, wie in FIG. 1 veranschaulicht.
- FIG. 3 ist eine isometrische Ansicht des Sondenantriebs, der mit der Stabbefestigung gekoppelt ist, wie in FIG. 1 veranschaulicht.
- FIG. 4 ist eine isometrische Ansicht der Stabbefestigung und des Sondenantriebs, die mit dem Führungstrichter gekoppelt sind, wie in FIG. 1 veranschaulicht.
- FIG. 5 ist eine isometrische Ansicht der Führungsverriegelung, wie in FIG. 1 veranschaulicht.
- FIG. 6 ist eine Seitenansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer Strahlpumpeninspektionsvorrichtung, wie in FIG. 1 veranschaulicht, die mit einem Einlass einer Kernreaktor-Strahltauchpumpe gekoppelt ist.

Detaillierte Beschreibung der Erfindung

[0011] Im vorliegenden Text werden detaillierte veranschaulichende beispielhafte Ausführungsformen offenbart. Jedoch sind bestimmte, im vorliegenden Text offenbarte strukturelle und funktionale Details lediglich zum Zweck des Beschreibens beispielhafter Ausführungsformen repräsentativ. Die beispielhaften Ausführungsformen können jedoch in vielen alternativen Formen verkörpert sein und dürfen nicht so ausgelegt werden, als seien sie nur auf die im vorliegenden Text beschriebenen beispielhaften Ausführungsformen beschränkt.

[0012] Es versteht sich, dass, obgleich die Begriffe «erster», «zweiter» usw. im vorliegenden Text zum Beschreiben verschiedener Elemente verwendet werden können, diese Elemente nicht durch diese Begriffe eingeschränkt werden dürfen. Diese Begriffe dienen nur dazu, ein Element von einem anderen zu unterscheiden. Zum Beispiel könnte ein erstes Element als ein zweites Element bezeichnet werden, und gleichermassen könnte ein zweites Element als ein erstes Element bezeichnet werden, ohne den Schutzbereich beispielhafter Ausführungsformen zu verlassen. Im Sinne des vorliegenden Textes beinhaltet der Ausdruck «und/oder» jegliche Kombinationen aus einem oder mehreren der zugehörigen aufgezählten Elemente.

[0013] Es versteht sich, dass, wenn ein Element mit bzw. an einem anderen Element «verbunden», «gekoppelt», «in Eingriff gebracht», «angebracht» oder «befestigt» bezeichnet wird, es direkt mit dem anderen Element verbunden oder gekoppelt sein kann, oder es können dazwischenliegende Elemente vorhanden sein. Im Gegensatz dazu sind keine dazwischenliegenden Elemente vorhanden, wenn ein Element als mit einem anderen Element «direkt verbunden» oder «direkt gekoppelt» bezeichnet wird. Andere Wörter, die zum Beschreiben der Beziehung zwischen Elementen verwendet werden, sind in gleicher Weise zu interpretieren (z. B. «zwischen» im Vergleich zu «direkt zwischen», «benachbart» im Vergleich zu «direkt benachbart», usw.).

[0014] Die im vorliegenden Text verwendete Terminologie dient nur dem Zweck des Beschreibens bestimmter Ausführungsformen und soll die beispielhaften Ausführungsformen nicht einschränken. Im Sinne des vorliegenden Textes beinhaltet die Singularformen «ein/eine/einer» und «der/die/das» auch die Pluralformen, sofern nicht ausdrücklich etwas anderes ausgesagt ist. Es versteht sich des Weiteren, dass die Begriffe «umfasst», «umfassen», «enthält» und/oder «enthalten», wenn sie im vorliegenden Text verwendet werden, das Vorhandensein angegebener Merkmale, ganzer Zahlen, Schritte, Operationen, Elemente und/oder Komponenten bezeichnen, aber nicht das Vorhandensein oder das Hinzufügen eines oder mehrerer weiterer Merkmale, ganzer Zahlen, Schritte, Operationen, Elemente, Komponenten und/oder Gruppen davon ausschliessen.

[0015] Es ist ausserdem zu beachten, dass in einigen alternativen Implementierungen die angemerkten Funktionen oder Aktionen in einer anderen Reihenfolge stattfinden können, als in den Figuren angegeben ist. Zum Beispiel können zwei Figuren, die aufeinanderfolgend gezeigt sind, je nach den involvierten Funktionen oder Aktionen praktisch auch im Wesentlichen zeitgleich ausgeführt werden, oder können manchmal auch in umgekehrter Reihenfolge ausgeführt werden.

[0016] FIG. 1 ist eine Seitenansicht einer beispielhaften Ausführungsform einer Strahlpumpeninspektionsvorrichtung. Die Strahlpumpeninspektionsvorrichtung enthält einen Korpus 101.

[0017] Der Korpus 101 weist eine Stabbefestigung 12, einen Sondenantrieb 14, einen Führungstrichter 10, ein Kalibrierungsrohr 15 und eine Führungsverriegelung 16 auf. Der Korpus 101 kann röhrenförmig sein, wie in FIG. 1 veranschaulicht, und schützt Antriebselemente von Beschädigung während der Verwendung der Vorrichtung. In einer beispielhaften Ausführungsform besteht der Korpus 101 aus hochfestem Aluminium.

[0018] Der Führungstrichter 10, der Sondenantrieb 14 und das Kalibrierungsrohr 15 sind entlang des Korpus 101 angeordnet. Die Stabbefestigung 12 ist an einem Ende des Korpus 101 angeordnet, und die Führungsverriegelung 16 ist am entgegengesetzten Ende des Korpus 101 angeordnet.

[0019] Die Funktionen der Strahlpumpenvorrichtung werden über eine von einer Person bediente computergestützte Bedienkonsole 300 ferngesteuert. Die Konsole 300 kann zum Beispiel eine zentrale Verarbeitungseinheit («CPU») 305, eine Speichereinheit 308, Eingabekonsolen 304 und/oder eine Anzeigeeinheit 302 enthalten. Die CPU 305 kann elektrisch mit der Speichereinheit 308, der Eingabekonsolen 304 und der Anzeigeeinheit 302 verbunden sein, um einen Datenaustausch zwischen ihnen zu ermöglichen. Der Techniker bedient manuell die Luftsteuerungsstation 310, um die pneumatischen Funktionen der Vorrichtung zu steuern. Die CPU 305 ist mit einem Bewegungssteuerungssystem 320 für einen codierten Gleichstromservomotor ausgestattet, was weiter unten noch ausführlicher erläutert wird. Die Konsole 300 ist mit der Inspektionsvorrichtung über bis zu 200 Fuss lange elektrische und pneumatische Versorgungsleitungen 150 verbunden, um eine Fernsteuerung durch den Techniker zu ermöglichen.

[0020] FIG. 2 ist eine isometrische Ansicht der Stabbefestigung, wie in FIG. 1 veranschaulicht. Wie in FIG. 2 zu sehen, ist die Stabbefestigung 12 an einem Ende des Korpus 101 angeordnet und ermöglicht es, die Strahlpumpeninspektionsvorrichtung mit mindestens einem herkömmlichen (nicht gezeigten) Handhabungsstab zu verbinden, der durch einen Techniker gehandhabt wird. Die Stabbefestigung 12 ist der Deckel des Sondenantriebs 14, was mit Bezug auf FIG. 3 unten ausführlicher beschrieben wird. In beispielhaften Ausführungsformen wird eine zuvor festgelegte oder gegebene Anzahl von Handhabungsstäben von unterschiedlicher Länge benutzt, um die Strahlpumpeninspektionsvorrichtung zu betreiben. Die Stabbefestigung enthält eine Platte 12a, die mehrere Schrauben entlang des Umfangs der Platte 12a aufweist, um die Platte 12a mit dem Sondenantrieb 14 zu verbinden, und eine wasserdichte elektrische Verbindung in der Mitte der Platte 12a, die dafür konfiguriert ist, mit einem Motor in dem Sondenantrieb 14 verbunden zu werden, was unten noch ausführlicher beschrieben wird.

[0021] Ein Verbinder 12b erstreckt sich von der Oberfläche der Platte 12a, um mit dem mindestens einen Handhabungsstab verbunden zu werden. Der Verbinder 12b kann ein Hohlzylinder sein, der einen j-förmigen Schlitz aufweist, der einen Zapfen des mindestens einen Handhabungsstabes in arretierenden Eingriff nimmt. Die Platte 12a kann die Form einer Scheibe haben, mit Ausnahme einer von der Platte 12a ausgehenden Verlängerung. Die Verlängerung der Platte 12a enthält einen Schlitz 12c und bis zu vier Schrauben entlang den Seiten der Verlängerung zum Befestigen an dem Sondenantrieb 14. Die vier Schrauben verankern ein Ende eines (nicht gezeigten) doppelt-wirkenden Druckluftzylinders, der über die Luftsteuerungsstation 310 der Konsole 300 ferngesteuert wird, in einem Korpus 14e des Sondenantriebs 14 (siehe FIG. 4), der den Sondenantrieb 14 aufhebt und schliesst, um ein (nicht gezeigtes) Sondenkabel in den Sondenantrieb 14 hineinzuführen und aus ihm herauszuziehen. Die Platte 12a der Stabbefestigung 12 kann bis zu einem halben Inch dick sein.

[0022] FIG. 3 ist eine isometrische Ansicht des Sondenantriebes, der mit der Stabbefestigung gekoppelt ist, wie in FIG. 1 veranschaulicht. Wie in FIG. 3 zu sehen, ist der Sondenantrieb 14 nahe einem Ende der Strahlpumpeninspektionsvorrichtung angeordnet und enthält einen Korpus 14e. Der Sondenantrieb 14 sorgt für die axiale Bewegung eines Sondenkabels mittels eines Satzes Rollen 14a zum Anheben und Absenken eines Sondenkopfes des Sondenkabels. Das Sondenkabel verläuft von der wasserdichten Verbindung der Platte 12a durch den Satz Rollen 14a, die entlang der Seite des Korpus 14e angeordnet sind. Der Sondenantrieb 14 erstreckt sich entlang der gesamten Länge der Vorrichtung und tritt an der Unterseite der Führungsverriegelung 16 aus.

[0023] Eine (nicht gezeigte) separate T-Hakenbaugruppe kann optional verwendet werden, wenn der Sondenkopf des Sondenkabels gewartet werden muss. Die T-Hakenbaugruppe kann verwendet werden, um die Sonde leichter von dem Sondenantrieb 14 abzunehmen. Wenn die T-Hakenbaugruppe 14b verwendet wird, so kann die T-Hakenbaugruppe 14b des Sondenantriebes 14 durch den Nutzer gedreht werden, um einen Finger der T-Hakenbaugruppe 14b zu positionieren. Der Finger der T-Hakenbaugruppe 14b schiebt das Sondenkabel zwischen die Rollen 14a des Sondenantriebes 14.

[0024] Eine Schlitz 14b kann über dem Satz Rollen 14a angeordnet sein. Der Sondenantrieb 14 kann die Anhebung des Sondenkopfes zusätzlich steuern, indem ein (nicht gezeigter) Präzisionsgleichstromservomotor eingebaut wird, der über das Bewegungssteuerungssystem 320 der Konsole 300 ferngesteuert wird. Der Motor kann mit einem hochauflösenden Codierer 14f ausgestattet sein, der in dem obersten Zylinder eines Gehäuses 14c des Sondenantriebs 14 angeordnet ist. Das Gehäuse 14c ist mit einer Oberseite des Korpus 14e des Sondenantriebs 14 durch einen Satz Schrauben verbunden.

Der oberste Zylinder des Gehäuses 14c kann einen grösseren Durchmesser aufweisen als ein unterster Zylinder des Gehäuses 14c. Der Codierer 14f gibt die genaue Position des Sondenkopfes auf der Grundlage der Anzahl der Umdrehungen des Motors an.

[0025] In beispielhaften Ausführungsformen kann der Sondenantrieb 14 einen Satz Rollen 14a aufweisen, zum Beispiel vier Rollen 14a, wie in FIG. 3 veranschaulicht. Die Rollen 14a des Sondenantriebs 14 bestehen aus Butylkautschuk, die durch ein gemeinsames Getriebe miteinander verbunden sind, das synchron alle Rollen mit der gleichen Geschwindigkeit in einer vom Nutzer vorgegebenen Richtung (z. B. axial nach oben oder unten) antreibt.

[0026] Der (nicht gezeigte) Druckluftzylinder, der durch die Luftsteuerungsstation 310 der Konsole 300 ferngesteuert wird, ist an der Platte 12a der Stabbefestigung 12 befestigt und erstreckt sich zu einem Hebelpunkt an den Rollen 14a, um die Rollen 14a aus einer offenen in eine geschlossene Stellung zu betätigen, so dass das Sondenkabel in den Sondenantrieb 14 eingelegt und daraus entnommen werden kann. Der Führungstrichter 10 enthält eine L-förmige Halterung 14d, die dafür konfiguriert ist, an der Seite des Sondenantriebs 14 angebracht zu werden.

[0027] FIG. 4 ist eine isometrische Ansicht der Stabbefestigung und des Sondenantriebs, die mit dem Führungstrichter gekoppelt sind, wie in FIG. 1 veranschaulicht. Wie in FIG. 4 zu sehen, befindet sich der Führungstrichter 10 am Korpus 101 unterhalb des Sondenantriebs 14. Der Führungstrichter 10 liegt auf einer Linie mit dem Schlitz 14d auf derselben Seite der Vorrichtung. Der Führungstrichter 10 wird dafür verwendet, den Sondenkopf des Sondenkabels in den röhrenförmigen Korpus 101 der Strahlpumpeninspektionsvorrichtung auf eine zuvor festgelegte oder gegebene Tiefe zu führen. Wenn der Sondenkopf gewartet werden muss, so kann die Strahlpumpeninspektionsvorrichtung in ihrer Position verbleiben, weil der Sondenkopf von dem Führungstrichter 10 aus zugänglich ist. Die T-Hakenbaugruppe kann das Abnehmen des Sondenkopfes zur Wartung erleichtern und erlaubt es, dass die Inspektionsvorrichtung in ihrer Position verbleibt.

[0028] Der Sondenantrieb 14 und der Führungstrichter 10 sind am Korpus 101 (siehe FIG. 1) der Strahlpumpeninspektionsvorrichtung angeordnet anstatt an der Beckenoberfläche, wie es im Stand der Technik der Fall ist, um Fehler zu vermeiden, die entstehen, wenn das bis zu 50 Fuss lange Kabel zur Oberfläche der Strahlpumpeninspektionsvorrichtung gedehnt wird. Der Sondenantrieb 14 kann an einem Einlass einer Kernreaktor-Strahltauchpumpe 202 montiert sein, während sie sich unter Wasser befindet (unten mit Bezug auf FIG. 6 beschrieben). Nachdem der Sondenkopf in dem Führungstrichter 10 positioniert ist, erlaubt es der T-Haken 14b dem Nutzer, das Sondenkabel in den Sondenantrieb 14 zu führen, wie oben mit Bezug auf FIG. 3 erläutert wurde.

[0029] Kehren wir zu FIG. 1 zurück. Das andere Ende des Korpus 101 ist über ein Kalibrierungsrohr 15 mit einer Führungsverriegelung 16 verbunden. Das Kalibrierungsrohr 15 ist auf einer Linie mit der Strahlpumpeninspektionsvorrichtung angeordnet und erlaubt die Kalibrierung der Sonden vor und nach einem herkömmlichen Abtastprozess. Das Kalibrierungsrohr 15 fungiert ausserdem als ein Verbinder, der das Trennen des Korpus 101 und der Führungsverriegelung 16 ermöglicht. Auf diese Weise sind der Korpus 101 und die Führungsverriegelung 16 lösbar miteinander verbunden, wie unten noch ausführlicher beschrieben wird.

[0030] FIG. 5 ist eine isometrische Ansicht der Führungsverriegelung, wie in FIG. 1 veranschaulicht. Wie in FIG. 5 zu sehen, ist die Führungsverriegelung 16 mit dem Kalibrierungsrohr 15 nahe dem unteren Ende der Vorrichtung verbunden. Eine Führungsverriegelung 16 ist ein Klemm- oder Eingriffnahme-mechanismus, der ein oder mehrere Eingriffnahmeelemente 16a und ein oder mehrere gegenüberliegende Eingriffnahmeelemente 16b enthält. Ein Spalt 16c ist zwischen den Eingriffnahmeelementen 16a und 16b ausgebildet und dafür ausgelegt, eine oder mehrere Arten oder Formen von Einlassen zu umfassen. Die Eingriffnahmeelemente 16a und 16b bewegen sich gemeinsam und klemmen ein Objekt oder eine Oberfläche fest, dass bzw. die sich in dem Spalt 16c befindet. Ein druckluftbetriebener Verriegelungsaktuator 16d, der sich nahe der Oberseite der Führungsverriegelung 16 befindet und über die Luftsteuerungsstation 310 der Konsole 300 ferngesteuert wird, nimmt ein oder beide Eingriffnahmeelemente 16a und 16b dergestalt in Eingriff, dass eines oder beide sich zusammen bewegen und ein Objekt oder eine Oberfläche, das bzw. die sich in dem Spalt 16c befindet, festklemmen.

[0031] In der Praxis sind die Eingriffnahmeelemente 16a und 16b und der Verriegelungsaktuator 16d so bemessen und angeordnet, dass sie an einen Einlass einer Kernreaktor-Strahltauchpumpe 202 eines Kernreaktors 200 gekoppelt werden können, was weiter unten mit Bezug auf FIG. 6 ausführlicher beschrieben wird. Zum Beispiel ist der Verriegelungsaktuator 16d in einer Ausführungsform ein Luftzylinderaktuator, der Druckluft von einer externen Quelle empfängt. In anderen Ausführungsformen kann der Verriegelungsaktuator 16d ein Motor oder ein ähnliches Gerät sein, um den Spalt 16c so zu schliessen, dass die Eingriffnahmeelemente 16a und 16b sich unter Wirkung einer Kompressionskraft an den Einlass koppeln. Bei Betätigung drückt der Verriegelungsaktuator 16d das gegenüberliegende Eingriffnahmeelement 16b in Richtung des Eingriffnahmeelementes 16a, um sich auf eine Lippe oder einen Rand einer Strahlpumpe 202 zu klemmen, die sich in dem Spalt 16c befindet (siehe FIG. 6). Der Codierer 14f des Sondenantriebs 14 meldet die Position der Sonde weiter, so dass sich die Strahlpumpeninspektionsvorrichtung in der richtigen Position befindet, um an dem Strahlpumpeneinlass befestigt zu werden.

[0032] Die gesamte Strahlpumpeninspektionsvorrichtung kann im trockenen Zustand bis zu 49 Pounds und im nassen Zustand bis zu 27 Pounds wiegen, und die gesamte Länge der Strahlpumpeninspektionsvorrichtung kann im Bereich zwischen etwa 119 Inch und etwa 128 Inch liegen.

[0033] Zur besseren Verdeutlichung veranschaulicht FIG. 6 eine beispielhafte Ausführungsform einer Strahlpumpeninspektionsvorrichtung, wie in FIG. 1 veranschaulicht, die mit einem Einlass 204 einer Kernreaktor-Strahltauchpumpe 202 eines Kernreaktors 200 gekoppelt ist. Ein Techniker, der sich auf einer 360°-Service-Plattform über der Oberfläche des Beckens des Kernreaktors 200 befindet, dirigiert den mindestens einen Handhabungsstab in einen Kopplungseingriff der Vorrichtung mit einem Einlass jeder zu inspizierenden Strahlpumpe. In einigen Fällen wird das Werkzeug von einer Brennelementaustauschbrücke oder Hilfsbrücke aus bedient. Vor dem Absenken der Vorrichtung in das Becken wird der Sondenkopf samt Kabel in die Vorrichtung eingeführt.

[0034] Die Strahlpumpeninspektionsvorrichtung wird in das Becken des Kernreaktors 200 abgesenkt. Stück für Stück wird nun der Handhabungsstab um Segmente verlängert, die jeweils bis zu zehn Fuss lang sind, bis die Strahlpumpeninspektionsvorrichtung einen Andockstutzen nahe dem Strahlpumpeneinlass 204 erreicht (z. B. etwa 50-60 Fuss von der Beckenoberfläche).

[0035] Der Techniker kann ein (nicht gezeigtes) Kamerasystem verwenden, um das Ende der Vorrichtung, z. B. die Führungsverriegelung 16, zu beobachten, während er die Vorrichtung mit Hilfe der Handhabungsstäbe in Eingriff mit der Lippe des Einlasses 204 dirigiert. Nachdem die Vorrichtung auf der Lippe sitzt, informiert der Techniker den Bediener der Konsole 200, damit er die Verriegelungsfunktion der Führungsverriegelung 16 aktiviert. Nachdem die Verriegelungsfunktion visuell mittels der Kamera in ihrem verriegelten Zustand verifiziert wurde, informiert der Techniker den Bediener der Konsole 200, dass die Kalibrierung durch den Inline-Kalibrierungsstandard beginnen kann. Nachdem die Kalibrierung beendet ist, gibt der Bediener der Konsole 200 den Befehl, das Sondenkabel von der Unterseite der Führungsverriegelung 16 in die Strahlpumpe 202 und zu der untersten Schweissnaht 206 hinab zu fahren, um die Ultraschalluntersuchung aller in der Strahlpumpe 202 enthaltenen Schweissnähte zu beginnen. Der Bediener stellt die Bewegungssteuerungen oder Parameter für die Konsole 200 ein, um das Abtasten zu beginnen (z. B. die Abtasthöhe, die Abtastgeschwindigkeit usw.).

[0036] Wie der Beschreibung zu entnehmen ist, stellt die vorliegende Erfindung eine ferngesteuerte Vorrichtung bereit, die für die Inspektion einer Strahlpumpe eines Siedewasserreaktors verwendet wird. Es versteht sich, dass alle Modifikationen und Verbesserungen aus dem vorliegenden Text weggelassen wurden, um das Verständnis und die Lesbarkeit zu verbessern, aber durchaus im Schutzzumfang der folgenden Ansprüche liegen.

Bezugszeichenliste

[0037]

- 10 Führungstrichter
- 12 Stabbefestigung
- 12a Platte
- 12b Verbinder
- 12c Schlitz
- 14 Sondenantrieb
- 14a Rollen
- 14b T-Hakenbaugruppe
- 14c Gehäuse
- 14d L-förmige Halterung
- 14e Korpus
- 14f Codierer
- 15 Kalibrierungsrohr
- 16 Führungsverriegelung
- 16a Eingriffnahmeelement
- 16b Eingriffnahmeelement
- 16c Spalt
- 16d Verriegelungsaktuator

101	Korpus
150	Pneumatische Versorgungsleitungen
200	Kernreaktor
202	Strahlpumpe
204	Einlass
206	Schweissnaht
300	Konsole
302	Anzeigeeinheit
304	Eingabekonsole
305	CPU
308	Speichereinheit
310	Steuerungsstation
320	Steuerungssystem

Patentansprüche

1. Strahlpumpeninspektionsvorrichtung, die Folgendes umfasst:
einen Korpus (101);
einen Sondenantrieb (14), der dafür konfiguriert ist, eine axiale Bewegung einer Sonde entlang einer Länge der Vorrichtung auszuführen; und
einen Führungstrichter (10), der dafür konfiguriert ist, die Sonde bis auf eine gegebene Tiefe in die Vorrichtung einzuführen, wobei der Sondenantrieb (14) und der Führungstrichter (10) am Korpus (101) angeordnet sind.
2. Strahlpumpeninspektionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Korpus (101) einen Kalibrierungsrohrabschnitt (15) enthält, und des Weiteren Folgendes umfasst:
eine Stabbefestigung (12), die mit dem Sondenantrieb (14) am Korpus (101) über dem Kalibrierungsrohrabschnitt (15) verbunden ist, wobei die Stabbefestigung (12) dafür konfiguriert ist, mit mindestens einem Handhabungsstab verbunden zu werden; und
eine Führungsverriegelung (16) am Korpus (101) unterhalb des Kalibrierungsrohrabschnitts (15), wobei die Führungsverriegelung (16) dafür konfiguriert ist, die Vorrichtung an einer Strahlpumpe (202) zu sichern.
3. Strahlpumpeninspektionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Sondenantrieb (14) einen Codierer (14f) enthält, der dafür konfiguriert ist, eine Position eines Sondenkopfes zu bestimmen.
4. Strahlpumpeninspektionsvorrichtung nach Anspruch 3, wobei der Sondenantrieb (14) dafür konfiguriert ist, eine Höhe des Sondenkopfes auf der Grundlage der durch die Codierer (14f) ermittelten Position zu steuern.
5. Strahlpumpeninspektionsvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Führungsverriegelung (16) und der Korpus (101) durch den Kalibrierungsrohrabschnitt (15) lösbar befestigt sind.
6. Strahlpumpeninspektionsvorrichtung nach Anspruch 1, wobei der Sondenantrieb (14) einen Satz Rollen (14a) enthält, der dafür konfiguriert ist, ein Kabel, das einen Sondenkopf enthält, in Eingriff zu nehmen, um eine Position des Sondenkopfes innerhalb des Korpus (101) zu steuern.
7. Strahlpumpeninspektionsvorrichtung nach Anspruch 2, wobei eine Dicke einer Platte (12a) der Stabbefestigung (12) bis zu einem halben Inch dick ist.
8. Strahlpumpeninspektionsvorrichtung nach Anspruch 2, wobei der Korpus (101) aus Aluminium besteht.
9. Strahlpumpeninspektionsvorrichtung nach Anspruch 2, wobei die Führungsverriegelung (16) eine pneumatisch betätigte Klemme ist, die dafür konfiguriert ist, die Vorrichtung an einer Strahlpumpe (202) zu sichern.
10. Strahlpumpeninspektionsvorrichtung nach Anspruch 9, wobei die Führungsverriegelung (16) des Weiteren Folgendes umfasst:
ein oder mehrere Eingriffnahmeelemente (16a/16b) mit einem dazwischen befindlichen Spalt (16c); und
einen Verriegelungsaktuator (16d), der dafür konfiguriert ist, mindestens eines der Eingriffnahmeelemente (16a/16b) in Eingriff zu nehmen, um ein Objekt oder eine Oberfläche in dem Spalt (16c) festzuklemmen.

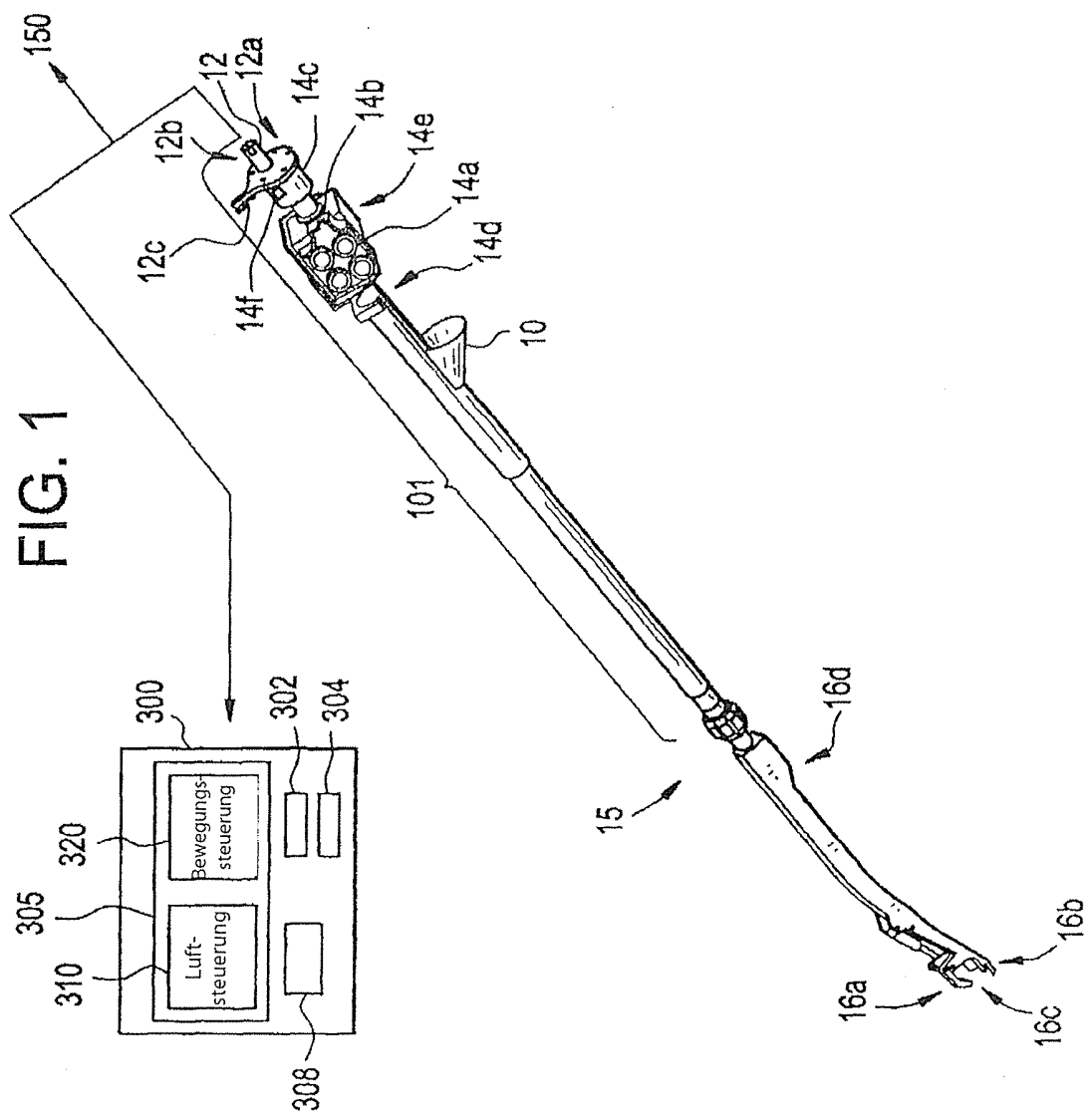


FIG. 2

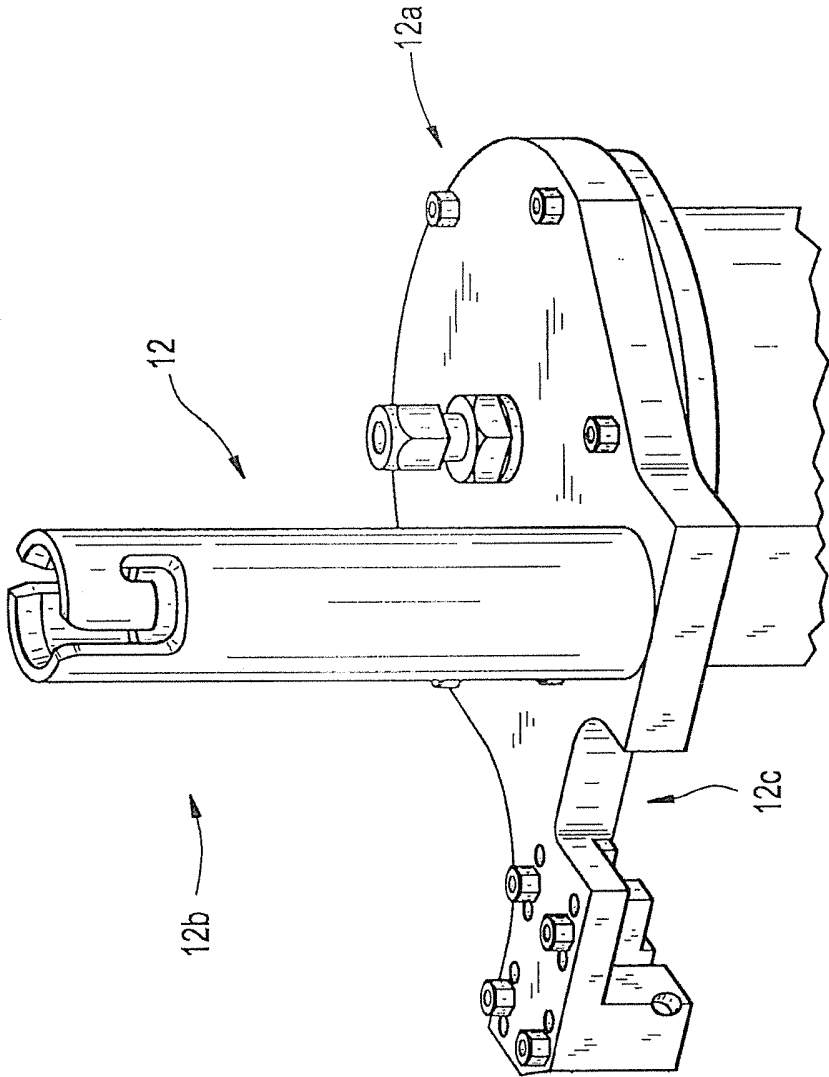


FIG. 3

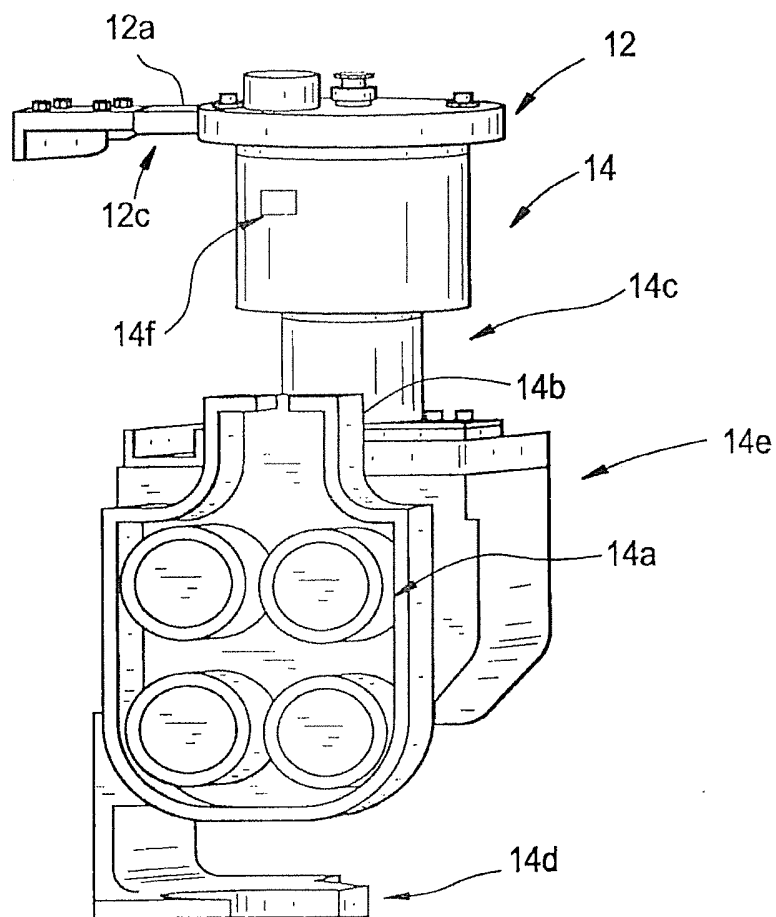


FIG. 4

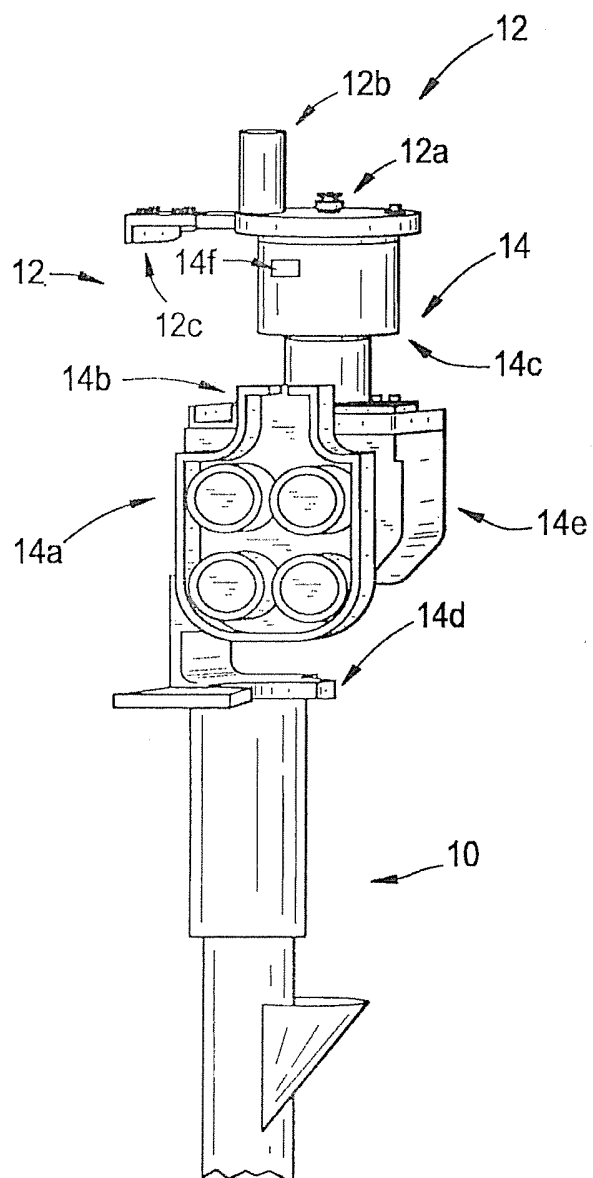


FIG. 5

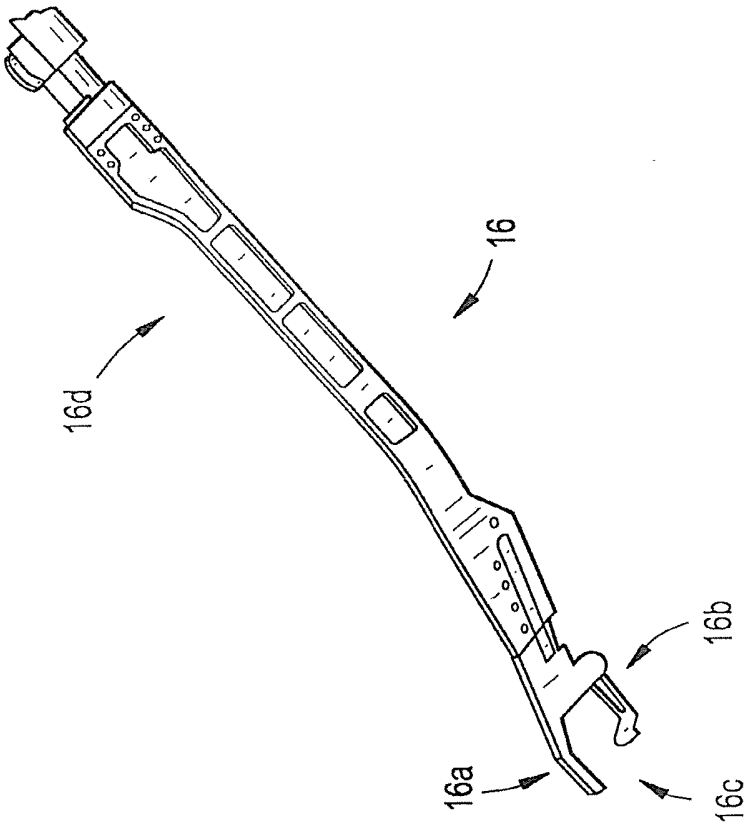


FIG. 6

