(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第5634734号
(P5634734)
(45)発行日　平成26年12月3日(2014.12.3)　(24)登録日　平成26年10月24日(2014.10.24)

(51)Int.Cl.　F I
G21C 19/20 (2006.01)　G21C 19/20 GDBA

請求項の数 5　(全 17 頁)

(21)出願番号　特願2010-91882(P2010-91882)
(22)出願日　平成22年4月13日(2010.4.13)
(65)公開番号　特開2010-249816(P2010-249816A)
(43)公開日　平成22年11月4日(2010.11.4)
審査請求日　平成25年4月4日(2013.4.4)
(31)優先権主張番号　12/423,661
(32)優先日　平成21年4月14日(2009.4.14)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　508177046
ジーイー－ヒタチ・ニュークリア・エナジー・アメリカズ・エルエルシー
GE－HITACHI NUCLEAR ENERGY AMERICAS, LLC
アメリカ合衆国，２８４０１，ノースカロライナ州，ウィルミントン，キャスル・ヘイン・ロード，３９０１
(74)代理人　100137545
弁理士　荒川　聡志
(74)代理人　100105588
弁理士　小倉　博
(74)代理人　100129779
弁理士　黒川　俊久

最終頁に続く

(54)【発明の名称】原子炉圧力容器からドライチューブ構体を除去する装置

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
原子炉容器のドライチューブ構体（１６）を除去する装置（１００）において、
ドライチューブ構体（１６）と係合するように構成されたクランプ構体（１３６）と；
ヒンジにより前記クランプ構体（１３６）に結合され、且つドライチューブ構体（１６）と係合させるために前記クランプ構体（１３６）を位置決めするように構成されたプレッサフット（１４１）と；
前記クランプ構体（１３６）と係合されたドライチューブ構体（１６）の座屈を開始するために前記プレッサフット（１４１）へのヒンジ結合部に関して前記クランプ構体（１３６）を回転させるように構成された位置決め構体（１３８）とを具備する装置（１００）。
【請求項２】
前記装置（１００）をトップガイド（１２）に取り付けるように構成された取り付け構造（１１０、１３０）を更に具備し、前記取り付け構造（１１０、１３０）はトップガイド（１２）の底部に当接するように構成される請求項１記載の装置（１００）。
【請求項３】
前記プレッサフット（１４１）は、ドライチューブ構体（１６）のボス（５８）を捕捉するように構成されたポケット（１５６）及び縁部（１５８）を具備する請求項１記載の装置（１００）。
【請求項４】

前記位置決め構体（１３８）はカム軌道（１９４）と、前記クランプ構体（１３６）を前記カム軌道（１９４）に結合するカム軌道フォロワ（１７８）とを具備する請求項１記載の装置（１００）。

【請求項５】

前記クランプ構体（１３６）は、ドライチューブ構体（１６）に封入スリーブ（１８０）を装着し且つ前記封入スリーブ（１８０）が装着された時点で前記封入スリーブ（１８０）を解放するように構成される請求項１記載の装置（１００）。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【０００１】

本発明は、一般に原子炉圧力容器を保守する装置及び方法に関する。

【背景技術】

【０００２】

沸騰水型軽水炉（ＢＷＲ）は、原子炉圧力容器の内部にあって核放射線束検出器などのセンサを位置決めし且つそれらのセンサを原子炉の動作圧力、水及び蒸気から保護するハウジングを構成するドライチューブを含む。ドライチューブは原子炉容器の底部から上部炉心支持格子の直下まで延出し、ドライチューブを上部支持格子の底部の固着箇所に係合させるために、各ドライチューブの上端にばね装荷プランジャ構体が装着される。

【０００３】

例えばドライチューブのセンサが動作を停止したなどの理由により、ドライチューブの除去及び交換が必要になる場合がある。ドライチューブは原子炉容器の内部に配置又は取り付けられているため、ばね装荷プランジャ構体とドライチューブとの間の溶接継手が腐食したり、プランジャ構体が適正に動作できなくなったりすることがある。その結果、ドライチューブは動かなくなってしまうので、ドライチューブの除去及び交換は難しい。そのような場合にプランジャ構体を動作させることによりドライチューブを除去しようとすると、腐食した継手に障害が起こり、原子炉の内部に破砕片が落下するという非常に望ましくない事態になる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００４】

従って、上述の欠陥及び不適切な問題に対処することが求められてきたが、未だ解決されていない。ドライチューブを安全に且つ効率よく除去する装置及び方法が必要とされる。

【課題を解決するための手段】

【０００５】

本発明の種々の実施形態は、原子炉容器内の動作位置からのドライチューブ構体の除去を容易にするためにドライチューブ構体を座屈させるように構成されたドライチューブ除去装置を提供することにより従来の技術の欠点を克服する。一般に、原子炉容器内でドライチューブ構体を除去する装置は、ドライチューブ構体と係合するように構成されたクランプ構体と、クランプ構体を回転させるように構成された位置決め構体とを含む。一般に、ドライチューブ構体を除去する方法は、ドライチューブ構体をクランプ構体と係合させることと、ドライチューブ構体の座屈を開始するためにクランプ構体を回転させることと、ドライチューブ構体を座屈させ続け且つドライチューブ構体の上端をトップガイドから取り外すためにクランプ構体を下降させることとを含む。

【０００６】

第１の例示的な実施形態によれば、装置は、原子炉容器のトップガイドに構体を取り付けるように構成された取り付け構造と、ドライチューブ構体と係合するように構成されたクランプ構体と、クランプ構体を位置決めし且つ運動させるように構成された位置決め構体とを含む。装置がトップガイドに取り付けられた後、クランプ構体をドライチューブ構

体と係合する位置まで運動させるために位置決め構体は動作され、ドライチューブ構体と係合し且つプランジャ構体とドライチューブとを結合する継手を含むドライチューブ構体の部分を支持するためにクランプ構体が動作される。次に、ドライチューブ構体の支持されていない部分に沿ってドライチューブ構体の座屈を開始するようにクランプ構体を運動させるために位置決め構体が動作される。座屈開始後、プランジャ構体を動作させることなく又はその他の理由によって継手に応力を与えることなく、ドライチューブ構体の上端とトップガイドとの係合を解除できる。

【０００７】

例示的な取り付け構造は、ある範囲の奥行を有するトップガイドに取り付けるように構成される。取り付け構造は、装置のフレームに摺動自在に装着されたスライドを含む。スライドは、トップガイドの最上部に当接するようにトップガイドの支持格子に受け入れられる。トップガイドがスライドとフレームとの間にクランプされるように、スライドがトップガイドと接触する状態を保っている間にフレームをトップガイドの底部と接触させるためにフレームは引き上げられる。この結果、装置は動作位置に固着される。別の実施形態において、トップガイドにクランプする取り付け構造はシリンダ又は他の電動機構により作動されてもよい。

【０００８】

例示的な位置決め構体は上部位置決め構体及び下部位置決め構体を含む。例示的な上部位置決め構体は、プレッサフットシリンダにより経路に沿って駆動されるプレッサフットを含む。経路は、プレッサフットシリンダがプレッサフットを運動させる間にプレッサフットの運動方向を制御するラチェットカムにより規定される。クランプ構体の上端はヒンジによりプレッサフットに結合され且つプレッサフットと共に位置決めされる。下部位置決め構体は、カム軌道と、カム軌道構造を変位させる座屈シリンダと、クランプ構体の下端を下部位置決め構体に結合するカム軌道フォロワとを含む構造を含む。カム軌道フォロワは、カム軌道に受け入れられる突起であってもよい。クランプ構体の位置及び向きは、プレッサフットシリンダの延出、経路に沿ったプレッサフットの位置及びカム軌道に沿ったカム軌道フォロワの位置によって決まる。カム軌道に沿ったカム軌道フォロワの位置は、座屈シリンダの延出及びプレッサフットの位置によって決まる。

【０００９】

例示的な方法によれば、クランプ構体をドライチューブ構体と係合する位置まで運動させるために、プレッサフットはプランジャボス又はドライチューブ構体の他の構造と接触するまで経路に沿って動く。種々の実施形態において、プレッサフットは、プランジャボスを受け入れ且つプランジャボスと係合するように構成される。例えば、プレッサフットはプランジャボスを受け入れるポケットを規定するばね偏向フィンガを含んでもよく、ポケットはプランジャボスと係合する縁部を含んでもよい。

【００１０】

次に、クランプ構体はドライチューブ構体と係合するように動作される。例示的な一実施形態によれば、クランプ構体は、プランジャ構体をドライチューブに結合する継手の上方及び下方でドライチューブと係合するように構成される。従って、ドライチューブ構体が屈曲され且つ座屈する間、継手は支持される。一般に、ドライチューブ構体は、ドライチューブ構体の一端と、その端部に最も近接する位置で装置がドライチューブ構体と係合する場所との間で規定されるドライチューブ構体の部分に沿って屈曲される。種々の実施形態において、継手を封入し且つ更に支持するために、クランプ構体はドライチューブ構体に封入管を装着する。

【００１１】

ドライチューブ構体がクランプ構体と係合した時点でドライチューブ構体の座屈を開始するために、例示的な位置決め構体はクランプ構体を回転させる。例えば、クランプ構体は、ドライチューブ構体の長手方向軸に対してほぼ直交する軸に関して回転できる。カム軌道に沿ってカムフォロワを運動させるために座屈シリンダが作動されると、プレッサフットとクランプ構体とのヒンジ結合部に関してクランプ構体が回転される。ドライチュー

ブ構体が屈曲された後、ドライチューブ構体を圧縮して更に座屈させ且つドライチューブ構体の上端とトップガイドの底部との係合を解除するようにプレッサフット及びクランプ構体を下降するためにプレッサフットシリンダが作動される。

【００１２】

以上、本発明の態様及び特徴のうちいくつかの概要を大まかに述べたが、以上の説明は、本発明を適用可能であると考えられる種々の用途を単に例示するにすぎないと解釈されるべきである。開示される情報を異なる態様で適用することにより又は開示される実施形態の種々の態様を組み合わせることにより、他の有益な成果を得ることができる。従って、特許請求の範囲により定義される範囲に加えて、添付の図面と関連させた以下の例示的な実施形態の詳細な説明を参照することにより、他の態様を更に包括的に理解できるだろう。

【図面の簡単な説明】

【００１３】

【図１】図１は本発明の第１の例示的な実施形態に係る沸騰水型軽水炉圧力容器及びドライチューブ構体を示した破断図である。

【図２】図２は図１のドライチューブ構体及び圧力容器のトップガイドを示した部分斜視図である。

【図３】図３は図１のドライチューブ構体及び圧力容器のトップガイドを示した部分横断面図である。

【図４】図４は図２のトップガイドを示した部分平面図である。

【図５】図５は図２のトップガイドとの係合状態からドライチューブ構体を取り外す装置を示した展開斜視図である。

【図６】図６は図５の装置を示した正面図である。

【図７】図７は図５の装置及び図２のトップガイドを示した部分斜視図である。

【図８】図８は図５の装置のプレッサフットを示した横断面図である。

【図９】図９～図１２は図５の装置のラチェットカムを示した側面図である。

【図１０】図９～図１２は図５の装置のラチェットカムを示した側面図である。

【図１１】図９～図１２は図５の装置のラチェットカムを示した側面図である。

【図１２】図９～図１２は図５の装置のラチェットカムを示した側面図である。

【図１３】図１３は図５の装置と共に使用するための封入スリーブを示した斜視図である。

【図１４】図１４及び図１５は図５の装置及び図１３の封入スリーブを示した平面図である。

【図１５】図１４及び図１５は図５の装置及び図１３の封入スリーブを示した平面図である。

【図１６】図１６～図１９は図２のトップガイドからドライチューブ構体を取り外す方法を示した図５の装置の部分側面図である。

【図１７】図１６～図１９は図２のトップガイドからドライチューブ構体を取り外す方法を示した図５の装置の部分側面図である。

【図１８】図１６～図１９は図２のトップガイドからドライチューブ構体を取り外す方法を示した図５の装置の部分側面図である。

【図１９】図１６～図１９は図２のトップガイドからドライチューブ構体を取り外す方法を示した図５の装置の部分側面図である。

【発明を実施するための形態】

【００１４】

必要に応じて詳細な実施形態が開示される。開示される実施形態は単に開示内容を例示するにすぎず、種々の代替形態及びそれらを組み合わせた形態で本発明が実施されてもよいことを理解すべきである。本明細書において使用される場合の用語「例示的な」は、例示、見本、雛形又はパターンとしての役割を果たす実施形態を広い意味で表す。図は必ずしも縮尺どおりではなく、特定の構成要素の詳細を示すために、いくつかの特徴が誇張さ

れて示されるか又は最小限に縮小されて示される場合もある。場合によっては、本発明の開示を不明瞭にするのを避けるために、周知の構成要素、システム、材料又は方法は詳細に説明されていない。従って、本明細書において開示される特定の構造及び機能の詳細は本発明を限定すると解釈されてはならず、単に特許請求の範囲の基礎であり且つ当業者に教示するための表現上の基礎であると解釈されるべきである。

【００１５】

教示の便宜上、本明細書は、沸騰水型軽水炉（ＢＷＲ）の圧力容器内で展開することによってドライチューブ構体を除去する例示的な装置及び方法を説明する。装置は、プランジャ構体をドライチューブに結合する継手を運動させることなく又は継手に応力を与えることなくドライチューブ構体を除去できるようにドライチューブ構体を座屈させるように構成される。別の実施形態において、本発明の教示に従って原子炉圧力容器以外の環境で動作するように又はドライチューブ構体以外の要素を除去するように装置が構成されてもよい。

【００１６】

図１を参照すると、例示的な沸騰水型軽水炉（ＢＷＲ）８は圧力容器１０及び支持構造を含む。図示される支持構造はトップガイド１２及びボトムガイド１４を含む。一般に、支持構造はＢＷＲ８の要素を支持するように構成される。トップガイド１２及びボトムガイド１４はドライチューブ構体１６をそれぞれ支持する。図を明瞭にするために、ドライチューブ構体１６は１本しか示されていないが、ＢＷＲは、圧力容器１０内に配置された複数のドライチューブ構体並びに燃料束、制御棒及び沸騰水型軽水炉の他の構成要素を通常含む。燃料束２０及び制御棒２２は図４に示され、以下に更に詳細に説明される。

【００１７】

図１～図４を参照すると、図示されるトップガイド１２は、制御棒２２と共に燃料束２０が上下動される場合に燃料束２０を案内する支持格子である。各制御棒２２は燃料束２０の集合体を支持し、トップガイド１２に設けられた燃料束空間２４を介して燃料束２０の集合体を上下動させる。１つの集合体の中の燃料束２０は燃料束空間２４の壁により案内されると共に、対応する制御棒２２の制御棒翼２６により仕切られ且つ支持される。

【００１８】

トップガイド１２の底部でトップガイド１２の支持格子の交差箇所３２に凹部３０が形成される。凹部３０は固定部として機能し、以下に更に詳細に説明されるようにドライチューブ構体１６の上端を受け入れるように構成される。ボトムガイド１４は、ドライチューブ構体１６の下部を受け入れる支持管３４を含む。

ドライチューブ構体

図３に最もよく示されるように、ドライチューブ構体１６はプランジャ構体４０及びドライチューブ４２を含む。図示されるプランジャ構体４０は溶接継手４４によってドライチューブ４２に結合されるが、本発明の範囲内で他の種類の継手が使用されてもよい。プランジャ構体４０は、圧力容器１０内におけるドライチューブ構体１６の位置を固定するのを容易にする変位自在のばね偏向プランジャ５０を含む。プランジャ５０は、ドライチューブ構体１６を所定の位置に固定するために凹部３０に受け入れられるように構成された端部ノブ５２を含む。プランジャ５０はプランジャガイド５４の中で摺動し、プランジャ５０を外側へ偏向するようにプランジャガイド５４の中に圧縮ばね５６が収容される。プランジャ５０は、プランジャ５０を内側へ押圧するのを容易にするボス５８を更に含む。以下に更に詳細に説明される方法によれば、プランジャ５０を内側へ押圧することなくドライチューブ構体１６を除去するのを容易にするためにボス５８は係合可能である。また、ボス５８は、ドライチューブ構体１６と装置を係合させるために装置を位置決めするのを容易にするための基準を規定する。

【００１９】

一般に、ドライチューブはセンサを収容し且つ原子炉の炉心領域にセンサを位置決めする。様々に異なるセンサ及び監視システムを収容するための種々の断面又は長さ、種々のプランジャ構体及び種々の構成を有する種々のドライチューブ構体が本発明の範囲内に含

まれる。本明細書において説明される装置は、図示されるドライチューブ構体と関連する動作に限定されず、種々のドライチューブ構体と関連して動作可能である。更に、他の実施形態において、本発明の教示に係る他のドライチューブ構体と共に使用されるように装置が構成されてもよい。

【００２０】

図１～図４を参照して、ドライチューブ構体を設置する限定的ではない例示的な方法を説明する。ドライチューブ構体１６は開いた状態の原子炉容器１０の中へ上方から降下され、燃料束空間２４を介して案内され、更にボトムガイド１４の開口を通過して支持管３４の中まで案内される。ドライチューブ構体１６を所定の場所に固着するために、ばね５６を圧縮するようにプランジャ５０が内側へ押圧され、ドライチューブ構体１６は凹部３０が設けられているトップガイド１２の交差箇所３２と整列される。次に、プランジャ５０が解放されると、プランジャ５０はばね５６の力によって延出するので、端部ノブ５２は凹部３０に嵌合する。プランジャ５０が凹部３０に押し込まれるにつれて、ドライチューブ構体１６は圧力容器１０内の動作位置に固着される。

ドライチューブ構体除去装置

図５及び図６を参照すると、装置１００は、ドライチューブ構体１６を圧力容器１０内の動作位置から除去するように構成される。通常、ドライチューブ構体１６は日常の保守作業の一部として除去交換されるか、あるいはドライチューブ構体１６が損傷するか又は適正に動作しなくなった場合に除去交換される。装置１００は、継手４４を動かすことなく又は継手４４に応力を加えることなく且つばね５６を圧縮するようにプランジャ５０を内側へ押圧することなくドライチューブ構体１６を除去するように構成される。従って、継手４４が腐食した場合又は腐食以外の理由により継手４４を動かすことが望ましくない場合にも、装置１００はドライチューブ構体１６を除去できる。一般に、ドライチューブ構体１６の上端を凹部３０から外すために装置１００は座屈を開始し、ドライチューブ構体１６を座屈させ且つドライチューブ構体１６を持ち上げて動作位置から引き離す。

【００２１】

一般に、図示される装置の動的構成要素は圧力駆動シリンダにより動作される。流体ポンプ（図示せず）から各シリンダへ圧力ホース（図示せず）により流体圧力又は空気圧が伝達される。流体ポンプは制御システム（図示せず）によって制御される。種々の実施形態において、制御システムはオペレータ及び／又は装置の動作を制御するコンピュータとインタフェースする。

【００２２】

図５を参照すると、装置１００は、装置１００の要素を支持し、収容し且つ位置決めするフレーム１１０を含む。図示されるフレーム１１０は、互いにほぼ平行であり且つ対称である２つの長手方向アーム１１２、１１３を含む。装置１００がトップガイド１２に取り付けられた場合、アーム１１２、１１３はほぼ垂直である。上部ブロック１１４及び下部ブロック１１６はアーム１１２、１１３の上端及び下端を互いに結合する。各アーム１１２、１１３は、以下に更に詳細に説明されるように装置１００のトップガイド１２への取付けを容易にするレッジ１１８及びフォーク１２０を含む。上部ブロック１１４に装着されたホイストケーブル１２２は、圧力容器１０内で装置１００を位置決めし且つ装置１００をトップガイド１２に取り付ける作業を容易にする。

取り付け機構

図４～図７を参照すると、図示される装置１００は、図示されるトップガイド１２及びそれぞれ異なる深さに位置するトップガイドに装置１００を取り付けることを可能にする取り付け機構を含む。図示される取り付け機構はレッジ１１８、フォーク１２０及びスライド１３０を含む。フォーク１２０はアーム１１２、１１３と一体であり、スライド１３０は、フォーク１２０の長さに沿ってスライド１３０が走行可能であるようにフォーク１２０を摺動自在に受け入れる開口１３２を含む。図示されるフォーク１２０により、スライド１３０は上部ブロック１１４とレッジ１１８との間の長さに沿って移動可能である。

【００２３】

スライド１３０は、交差箇所３２により分離されるトップガイド１２の燃料束空間２４に受け入れられるように構成された１対の歯１３４を含む。以下に更に詳細に説明されるように、それらの歯を受け入れる燃料束空間２４は、装置１００が受け入れられる燃料束空間２４に隣接する。

【００２４】

装置１００はクランプ構体１３６と、クランプ構体１３６の位置、運動及び向きを制御する位置決め構体１３８とを更に含む。図示される位置決め構体１３８は、クランプ構体１３６の上端と関連する上部位置決め構体１３９及びクランプ構体１３６の下端と関連する下部位置決め構体１４０を含む。

上部位置決め構体

図５、図６及び図８を参照すると、上部位置決め構体１３９は、プレッサフットシリンダ１４２により上部ブロック１１４に結合されたプレッサフット１４１を含む。プレッサフットシリンダ１４２はヒンジにより上部ブロック１４に結合される。プレッサフットシリンダ１４２の伸縮によってプレッサフット１４１が動く。図５、図６及び図９を参照すると、プレッサフット１４１は、アーム１１２、１１３の内壁に収容されたラチェットカム１４６により経路１４４に沿って案内される。プレッサフットは、カム１４６の面に沿って動く突起１４７を含む。ラチェットカム１４６は、プレッサフット１４１が経路１４４に沿って動く方向とは逆の方向に回転するように偏向される。ラチェットカム１４６を回転偏向する手段は圧縮ばね１４５として示されるが、回転ばね、他の偏向機構及び他の構成が使用されてもよい。アーム１１２、１１３の構造はラチェットカム１４６の両方向への回転を制限する。

【００２５】

図９～図１２を参照すると、プレッサフットシリンダ１４２の伸縮及び突起１４７とラチェットカム１４６の経路を規定する面との接触によって、プレッサフット１４１はカム経路１４４に沿って動く。プレッサフット１４１が経路１４４の各部分に沿って動くにつれて、突起１４７はラチェットカム１４６と接触し、ラチェットカム１４６を回転させる（図１１を参照）。突起１４７が経路１４４に沿って動き続けると、突起１４７はラチェットカム１４６から離れ、圧縮ばね１４５はラチェットカム１４６を回転させるので、突起１４７が当接している経路１４４の部分が閉鎖される。プレッサフットシリンダ１４２が後退する場合、すなわち逆方向に動いた場合、突起１４７はラチェットカム１４６により経路１４４の次のセグメントに沿って案内される。図１０～図１２は、プレッサフットシリンダ１４２が延出する間の経路１４４に沿った突起１４７の動き及びラチェットカム１４６の動作を示す。ラチェットカム１４６及び突起１４７の機能は、プレッサフットシリンダ１４２が図１２に示される位置から後退する場合とほぼ同一である。

【００２６】

図５及び図８を参照すると、プレッサフット１４１は、互いに回動自在に結合されたベース１４８及び外側シェル１５０を含む。ベース１４８はプレッサフットシリンダ１４２の下端に装着される。圧縮ばね１５２は外側シェル１５０を前方へ偏向する。

【００２７】

図８を参照すると、プレッサフット１４１はプランジャボス５８を受け入れ且つプレッサボス５８と係合するように構成される。図示されるプレッサフット１４１は、外側へ延出し且つドライチューブ構体１６を間に挟んで受け入れるように構成された１対のフィンガ１５４を含む。フィンガ１５４の間隔は、プランジャ５０の直径より大きいが、プランジャボス５８の直径よりは小さいので、プランジャ５０をフィンガ１５４の間に挟んだ状態でプレッサフット１４１はドライチューブ構体１６の一部分に沿って運動自在であり、フィンガ１５４はプランジャボス５８と接触し且つプランジャボス５８と係合できる。フィンガ１５４はばね１５２によりわずかに下方へ偏向される。フィンガ１５４がばねで偏向されることにより、ボス５８がフィンガ１５４と接触したことを目視で認識できる。

【００２８】

フィンガ１５４の底部は、プランジャボス５８を受け入れるポケット１５６を含む。図

示されるポケット１５６はプランジャボス５８と係合するように構成される。ポケットはプランジャボス５８を捕捉する縁部１５８を含み、プレッサフット１４１は経路１４４の下方部分に沿って外側上方へ動く。フィンガ１５４が下方へ偏向されることによりフィンガ１５４は下向きに傾斜するので、縁部１５８はボス５８に沿って摺動し、すなわちボス５８に沿って落ちて行き、その結果、ボス５８の捕捉が容易になる。言い換えれば、フィンガ１５４の下方への偏向は、ボス５８をポケット１５６の中へ案内するのを容易にする。

【００２９】

図示されるプレッサフット１４１は、プランジャボス５８がポケット１５６に受け入れられたことを識別するように構成されたセンサ１６０を含む。プランジャボス５８がポケット１５６に受け入れられるにつれて、外側シェル１５０は回転され、ばね（１４５）１５２を圧縮する。外側シェル１５０が回転されると、ベース１４８の上に位置するセンサ１６０が外側シェル１５０にあるセンサ１６０と接触するか又はそれに近接するので、センサ１６０は、ベース１４８に関して外側シェル１５０が回転されたことを識別する。プランジャボス５８がポケット１５６に受け入れられたこと又は以下に更に詳細に説明される他の構成においてドライチューブ構体１６と係合するように装置１００が位置決めされたことを識別するために他の構成及び種類のセンサ１６０が使用されてもよい。

クランプ構体

図５及び図６を参照すると、ドライチューブ構体１６と係合し且つドライチューブ構体１６を封入するように構成されたクランプ構体１３６は、プレート１７４により支持され且つ位置決めされるクランプあご１７２（図１４及び図１５を参照）を含む。クランプ構体１３６を上部位置決め構体（１３８）１３９に結合するために、プレート１７４の上端はヒンジによりプレッサフット１４１に結合される。クランプあご１７２はクランプシリンダ１７６により制御される。

【００３０】

図１３～図１５を参照すると、クランプ構体１３６は、ドライチューブ構体１６に封入スリーブ１８０を装着するように構成される。図示される封入スリーブ１８０は、互いに固着されるように構成された１対の半体１８２、１８３を含む。各半体１８２、１８３は、それらの半体１８２、１８３が組み合わされた場合に互いに係合するように構成された稜部１８４を含む。半体１８２、１８３は種々の直径のドライチューブ構体の周囲で組み合わせ可能である。更に、クランプ構体１３６への封入スリーブ１８０の装着及びクランプ構体１３６からの封入スリーブ１８０の取り外しを容易にするための開口及び切り欠きにより規定される条片１８８を含むリビングヒンジ１８６と半体１８２、１８３が結合される。

【００３１】

クランプあご１７２がドライチューブ構体１６と係合した場合にクランプあご１７２がドライチューブ構体１６の周囲で封入スリーブ１８０を閉じるか又は包囲可能なように、封入スリーブ１８０はクランプ構体１３６に装着されるように構成される。封入スリーブ１８０は、継手４４を封入して圧力容器１０の中への破砕片の落下を阻止するためにドライチューブ構体１６を包囲するように構成される。図１４を参照すると、クランプ構体１３６はフック１８９を含み、封入スリーブ１８０は、条片１８８がフック１８９を包囲することによりクランプ構体１３６に装着される。更に、図１４及び図１５を参照すると、クランプ構体１３６は、クランプあご１７２がドライチューブ構体１６に封入スリーブ１８０を包囲させた場合に条片１８８を切断する切断機構１８５を含む。条片１８８が切断された後、クランプあご１７２が開放された場合に封入されたドライチューブ構体１６をクランプ構体１３６から解放できる。条片１８８の切断後、条片１８８は封入スリーブ（１８０）１８０をフック１８９に保持しない。

下部位置決め構体（１３８）

図５及び図６を参照すると、クランプ構体１３６の下端は下部位置決め構体（１３８）１４０に結合される。クランプ構体１３６の下端は、カム軌道に従って動くように構成さ

れた突起１７８を含む。下部位置決め構体（１３８）１４０は変位自在のカムプレート１９０と、下部ブロック１１６に収容されたカムプレートシリンダ１９２とを含む。各カムプレート１９０は、突起１７８のうち対応する１つを受け入れるカム軌道１９４を含む。カム軌道１９４に沿って突起１７８を運動させるために、カムプレートシリンダ１９２はカムプレート１９０を運動させることができる。図示されるカムプレート１９０はほぼ垂直方向に変位するように構成され、カム軌道１９４は、互いに位置がずれているほぼ垂直のセグメント１９５、１９６と、垂直のセグメント１９５、１９６を結合する中央の斜めセグメント１９７とを含む。

【００３２】

図示される位置決め装置は、プレッサフットシリンダ１４２及びカムプレートシリンダ１９２のうちいずれか一方又は双方を動作させることによりクランプ構体１３６の運動、位置決め及び向き設定を実現できるように構成される。一般に、プレッサフットシリンダ１４２はクランプ構体１３６の垂直運動を制御する。クランプ構体１３６とカムプレート１９０とが互いに結合されているので、カムプレートシリンダ１９２と運動を同期させることなくクランプ構体１３６はプレッサフット１４１と共に垂直方向に運動できる。クランプ構体１３６の回転は、プレッサフットシリンダ１４２の延出及びカムプレートシリンダ１９２の延出によって起こる。

【００３３】

プレッサフットシリンダ１４２を動作させることにより、クランプ構体１３６の回転が制御可能になる。例えば、クランプ構体１３６の下端がカム軌道１９４の垂直セグメント１９５、１９６に沿って動いている間にカム経路１４４にほぼ類似する経路に沿ってクランプ構体１３６の上端を運動させることにより、プレッサフットシリンダ１４２を動作させることが可能である。あるいは、カムプレートシリンダ１９２を動作させることによってもクランプ構体１３６の回転が制御可能である。例えば、カム軌道１９４の中央斜めセグメント１９７に沿って突起１７８が動いている間にクランプ構体１３６の下端を運動させるためにカムプレートシリンダ１９２が動作されている一方で、クランプ構体１３６の上端の位置を維持することが可能である。

【００３４】

プレッサフットシリンダ１４２の動作によってクランプ構体１３６（１３６）がドライチューブ構体１６と係合し且つドライチューブ構体１６を封入する位置まで動き、その後、カムプレートシリンダ１９２が動作されることによってクランプ構体１３６（１３６）が運動して、ドライチューブ構体１６の座屈を開始させ、更にプレッサフットシリンダ１４２が動作されることによってドライチューブ構体１６が座屈し続け、ドライチューブ構体１６とトップガイド１２との係合が解除されるように装置１００は構成される。次に、装置１００を動作させる方法の例示的な一実施形態を更に詳細に説明する。

動作方法

装置１００を動作させる方法の例示的な一実施形態を説明するが、装置１００は他の方法に従って動作されてもよい。例えば、以下に説明される実施形態の方法は、ステップの追加又は省略、ステップの順序の変更、それらの組み合わせなどにより変形されてもよい。

【００３５】

図４を参照すると、ドライチューブ構体１６を取り囲む燃料束２０が除去されることにより、装置１００をドライチューブ構体１６に隣接して位置決めでき、また、燃料束２０、制御棒２２、制御棒翼２６、又は圧力容器１０の他の任意の要素により妨げられる又は損傷されることなく装置１００は余裕をもって動作できるようになる。装置１００は、保守中に除去されなければならない燃料束２０の数を最小限に抑えるような輪郭形状を有する。装置１００は、ほぼ１つの燃料束２０に相当するスペースを占め、そのスペースの中で動作する。

【００３６】

装置１００をトップガイド１２に取り付ける前に、先に説明したように封入スリーブ（

１８０）１８０がクランプ構体（１３６）１３６に装着される。図４及び図７を参照すると、次に、適切な燃料束空間２４を介して装置１００は降下され、トップガイド１２の交差箇所３２に取り付けられる。スライド１３０の歯１３４は、互いに対角線上の位置にある燃料束空間２４である。歯１３４は、交差箇所３２に関して装置１００を近接して位置決めするように構成され、装置１００の重量の作用により、装置１００は交差箇所３２に当接するように引っ張られる。次に、装置１００をトップガイド１２に固着するか又は取り付けるためにレッジ１１８を引っ張ってトップガイド１２の底部と接触させるように、ケーブル１２２が締め付けられる。この機構があるために装置（１００）１００はトップガイド１２の底部に当接できるので、装置１００は再構成の必要なくある範囲内の高さを有するトップガイドに対応可能である。図示される取り付け機構は、トップガイド１２の底部に関して変わることなく装置（１００）１００を位置決めする。

【００３７】

図１６～図１９を参照すると、レッジ１１８がトップガイド１２の底部と当接するように位置決めされた時点で、装置（１００）１００はトップガイド１２に取り付けられ且つドライチューブ構体１６を除去するために動作可能であるようにドライチューブ構体１６に関して位置決めされたことになる。装置（１００）１００の動作は、一般にシリンダの動作によって実現される。シリンダの動作によって、装置（１００）１００はドライチューブ構体１６と係合し、ドライチューブ構体１６を封入し、座屈させ且つドライチューブ構体１６をトップガイド（１２）１２との係合状態から取り外すように機能する。

【００３８】

図１６及び図１７を参照すると、プランジャ５０がフィンガ１５４の間に受け入れられるまでプレッサフット１４１をカム経路１４４に沿ってドライチューブ構体１６に向かって運動させるためにプレッサフットシリンダ１４２は作動されて延出する。その後、プランジャボス５８がポケット１５６に受け入れられるまで、プレッサフット１４１はプランジャ５０の長さに沿って動き続ける。プランジャボス５８がポケット１５６に受け入れられたことを認識するためにセンサ１６０又はオペレータ観察装置が使用されてもよい。種々の実施形態において、センサ１６０は、クランプ構体（１３６）１３６がドライチューブ構体１６と係合する位置にあることをオペレータに警告するために出力又は標識を表示装置に供給する。あるいは、センサ１６０は、プレッサフットシリンダ１４２の延出を停止する機械可読命令を出力してもよい。いずれの場合にも、プレッサフット１４１がプランジャボス（５８）５８を押下しなくなるように又は押下以外の運動を継手４４に加えなくなるように、プレッサフットシリンダ１４２の動作は瞬時に停止される。

【００３９】

クランプ構体（１３６）１３６はプレッサフット１４１と共にドライチューブ構体１６に向かって動き、ドライチューブ構体１６の下方に入り込んで、封入スリーブ（１８０）１８０及びクランプあご１７２をドライチューブ構体１６に近接するように位置決めする。継手４４の上方及び下方でクランプあご１７２がドライチューブ構体１６と係合するように、クランプ構体（１３６）１３６は位置決めされる。クランプあご１７２の間にあるドライチューブ構体１６の部分は支持されている部分２００であり、下方のクランプあご１７２より下に位置するドライチューブ構体の部分は支持されていない部分２０２である。支持されていない部分２０２が座屈される間、支持されている部分２００は継手４４を支持する。

【００４０】

図１４、図１５及び図１７を参照すると、封入スリーブ（１８０）１８０によって継手（４４）４４を封入し且つドライチューブ構体１６をクランプあご１７２と係合させるためにクランプシリンダ１７６は作動される。

【００４１】

図１８を参照すると、次に、ドライチューブ構体１６の座屈を開始するためにカムプレートシリンダ１９２が作動される。カムプレートシリンダ１９２が作動されて延出するにつれて、突起１７８はカム軌道１９４の斜めセグメント１９７を通過し、クランプ構体（

１３６）１３６はプレッサフット１４１とのヒンジ結合部に関して回転する。クランプ構体（１３６）１３６が回転する間、クランプあご１７２と係合しているドライチューブ構体（１６）１６の部分はクランプ構体（１３６）１３６と共に変位され、支持されていない部分２０２に沿ってドライチューブ構体（１６）１６は座屈されるか又は座屈が開始される。

【００４２】

図１１、図１２及び図１９を参照すると、座屈開始後、プレッサフットシリンダ１４２が再び作動されて延出するにつれて、ドライチューブ構体（１６）１６は支持されていない部分２０２に沿って座屈し続ける。プレッサフット１４１がカム経路１４４の下向きセグメントに沿って動き続ける間、プレッサフット１４１及びクランプ構体（１３６）１３６は共に下方へ動く。ドライチューブ構体（１６）１６は支持されていない部分（２０２）２０２に沿って座屈し続け、継手（４４）４４を運動させることなく又は支持されている部分２００に沿ってドライチューブ構体（１６）１６を座屈させることなく、ドライチューブ（４２）構体の端部５２は凹部３０から離脱する。プレッサフット１４１及びクランプ構体（１３６）１３６はほぼ一体となって動くので、プレッサフット１４１が下降する間にプランジャ５０に力が加わることはない。

【００４３】

図１２及び図１９を参照すると、プレッサフット１４１がカム経路（１４４）１４４の最下部に到達するか又はプレッサフット（１４１）シリンダ１４２が延出する間のラチェットカム（１４６）１４６による案内が実行されなくなった時点で、プレッサフット（１４１）１４１がカム経路（１４４）１４４に沿って動く間にドライチューブ構体（１６）１６を後退させて交差箇所３２から引き離し、上方へ運動させるためにプレッサフット（１４１）シリンダ１４２が作動されてもよい。次に、ホイストケーブル１２２によって燃料束空間２４を介して装置（１００）１００を持ち上げることにより、装置（１００）１００を係合しているドライチューブ構体（１６）１６と共に除去してもよい。

【００４４】

あらゆる点で限定的ではなく、例示的であることを意図して本発明の実施形態を示した。以上の教示の範囲から逸脱することなく多くの変形及び変更が可能であることは当業者には認識されるだろう。例えば、本明細書において使用される場合の最上部、最下部、底部、端部（５２）、側部、内側、外側、上方、中央、下方、前及び後などの方向を表す用語は、それぞれ対応する要素をそのような向きに限定するのではなく、単にそれらの要素を互いに区別する役割を果たすにすぎない。

【００４５】

以上説明された実施形態は、本発明の原理を明確に理解するために説明される実現形態の単なる例示である。特許請求の範囲の範囲から逸脱することなく上述の実施形態に対して変更、変形及び組み合わせが実施されてもよい。そのような変更、変形及び組み合わせは、本発明の開示及び添付の特許請求の範囲の範囲にすべて含まれる。

【００４６】

以上の説明は、最良の態様を含めて本発明を開示し且つ任意の装置又はシステムの製造及び使用並びに取り入れられている任意の方法の実行を含めて当業者による本発明の実施を可能にするために実施例を使用する。本発明の特許適格範囲は特許請求の範囲により定義され、当業者が考えうる他の実施例を含んでもよい。そのような他の実施例が特許請求の範囲の用語と相違しない構造要素を有する場合又は特許請求の範囲の用語と実質的に相違しない同等の構造要素を含む場合、それらの実施例は特許請求の範囲の範囲に含まれることが意図される。

【符号の説明】

【００４７】

１０　原子炉圧力容器
１２　トップガイド
１６　ドライチューブ構体

４４　継手
５８　ボス
１００　装置
１１０　フレーム
１３０　スライド
１３６　クランプ構体
１３８　位置決め構体
１４１　プレッサフット
１５６　ポケット
１５８　縁部
１７８　突起
１８０　封入スリーブ
１９４　カム軌道

【図１】

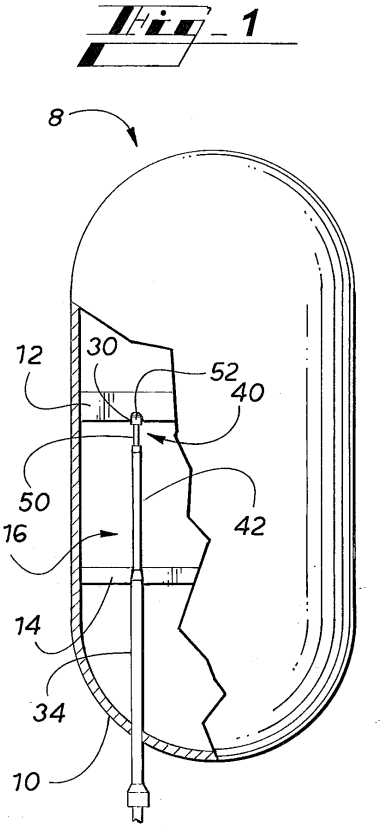

Fig. 1

【図２】

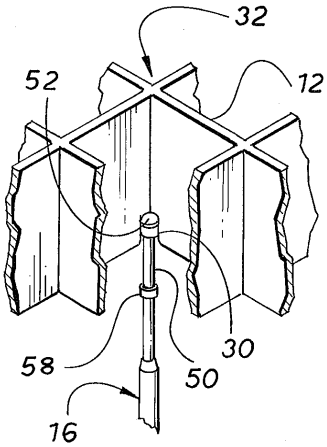

Fig. 2

【図３】

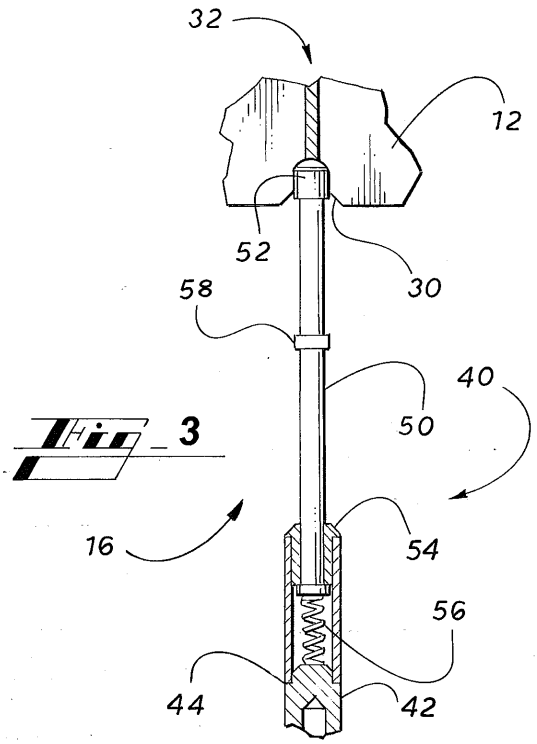

Fig_3

【図４】

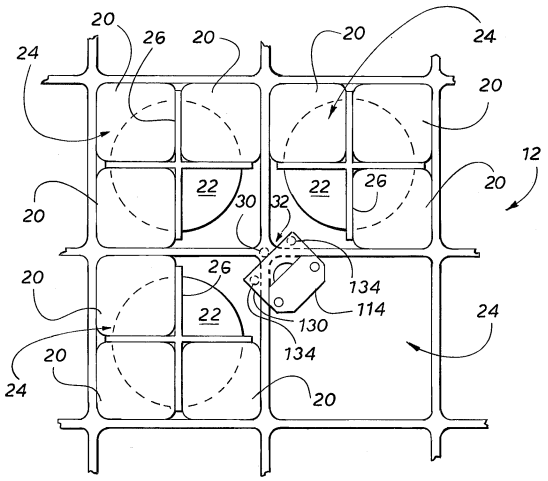

Fig_4

【図５】

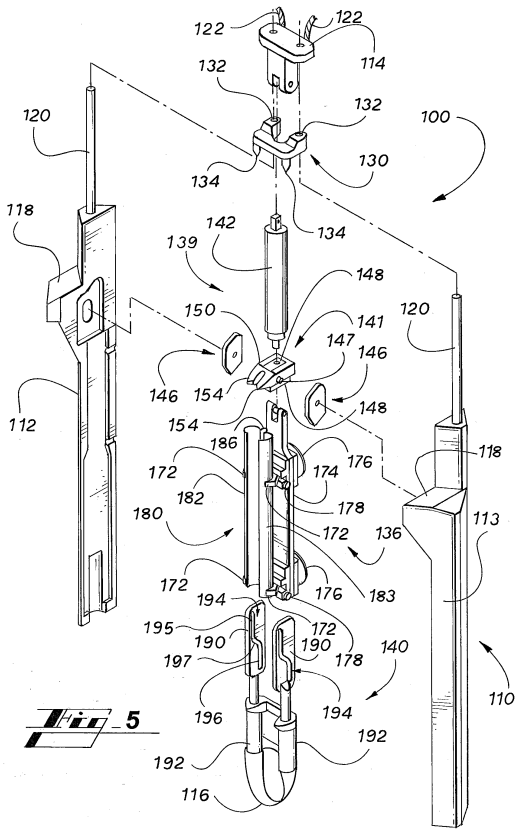

Fig_5

【図６】

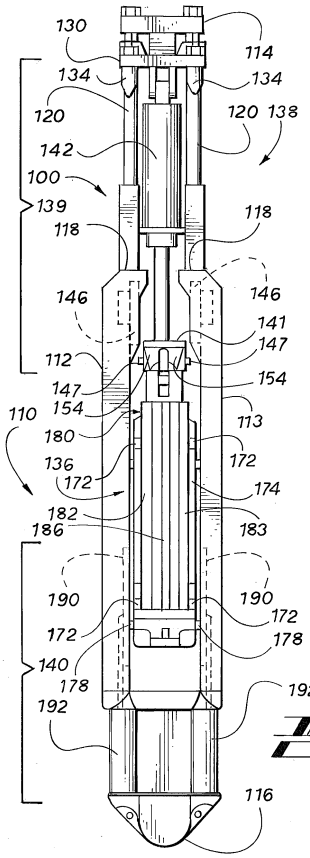

Fig_6

【図７】

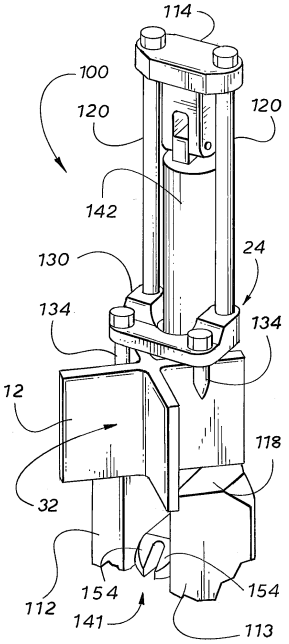

Fig_7

【図８】

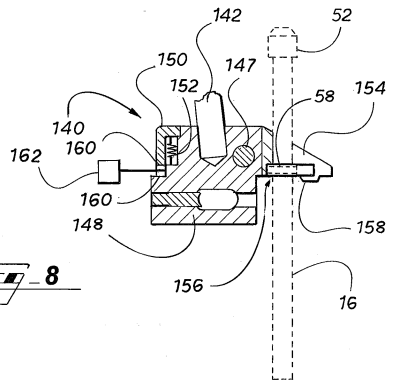

Fig_8

【図９】

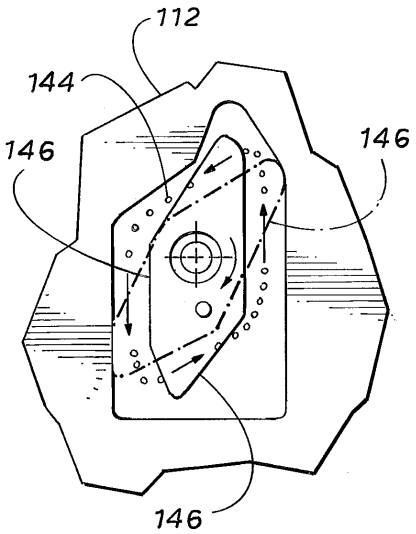

Fig_9

【図１０】

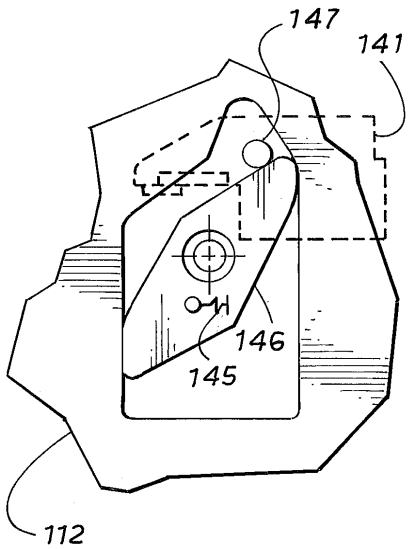

Fig_10

【図１１】

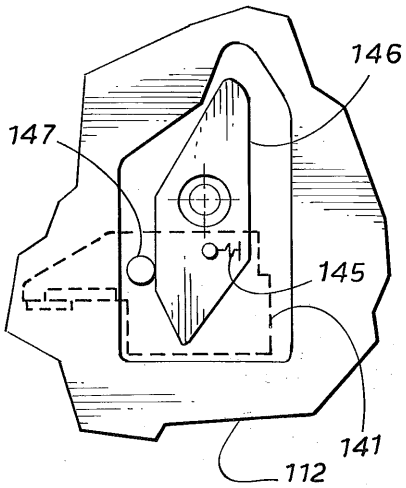

Fig_11

【図１２】

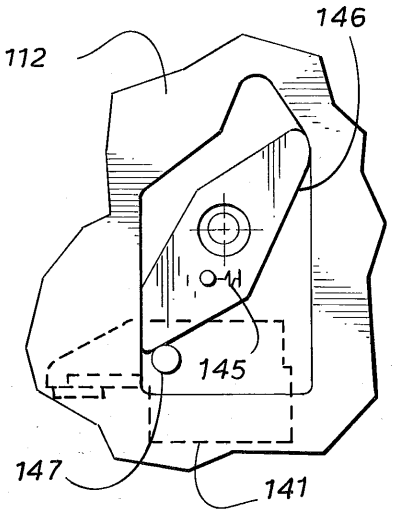

Fig_12

【図１３】

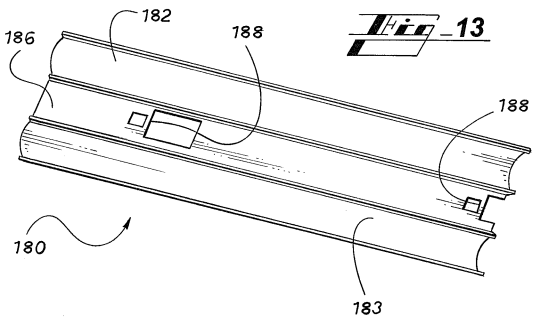

Fig_13

【図１４】

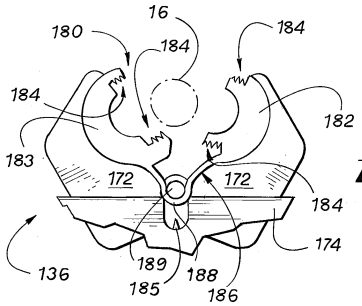

Fig_14

【図１５】

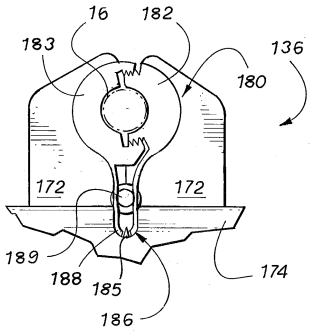

Fig_15

【図１６】

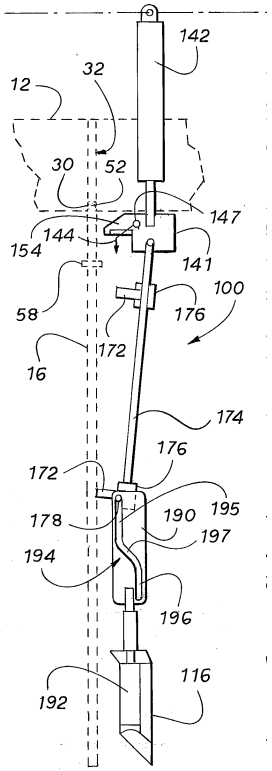

Fig_16

【図１７】

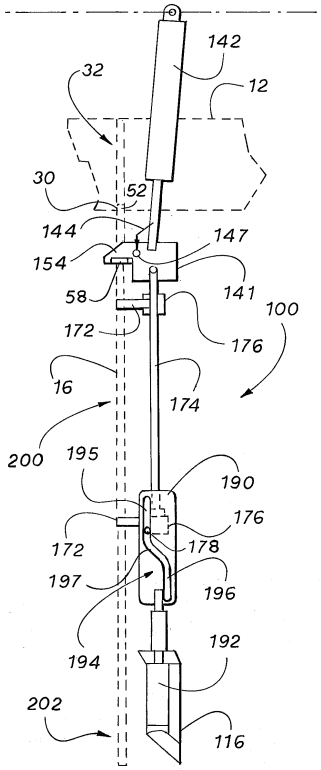

Fig_17

【図１８】

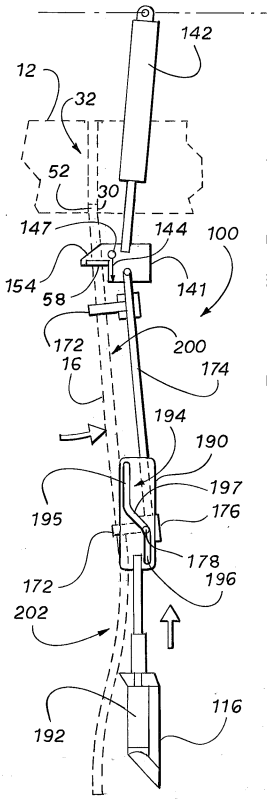

Fig_18

【図１９】

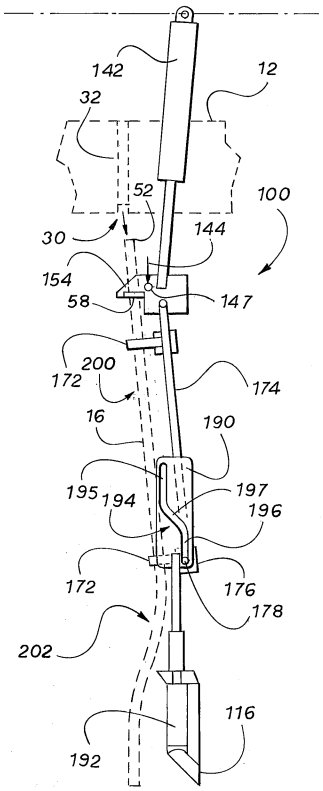

Fig_19

フロントページの続き

(72)発明者　シー・アラン・ピート
アメリカ合衆国、ノースカロライナ州、ワザ、ノース・チェイス・ドライブ、２０７番
(72)発明者　ジェームズ・イー・バーナー
アメリカ合衆国、ペンシルヴァニア州、ダウィントン、エドワーズ・ドライブ、１３０４番
(72)発明者　エドワード・エル・チャニー
アメリカ合衆国、ノースカロライナ州、ワザ、ペニー・ウッズ・ロード、６５０６番
(72)発明者　ウィリアム・エル・ゴールズワース
アメリカ合衆国、ノースカロライナ州、サウスポート、メドリンダ・コート、５１３３番

審査官　村川　雄一

(56)参考文献　特開昭５３－１０５６９６（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－０２７０８６（ＪＰ，Ａ）
特開平０５－１９６７８５（ＪＰ，Ａ）
実開昭５８－１２５９００（ＪＰ，Ｕ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｇ２１Ｃ　１９／２０
Ｇ２１Ｃ　１９／０２