

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4531046号
(P4531046)

(45) 発行日 平成22年8月25日(2010.8.25)

(24) 登録日 平成22年6月18日(2010.6.18)

(51) Int.Cl.	F I
G 2 1 C 5/10 (2006.01)	G 2 1 C 5/10 G D T
G 2 1 C 13/02 (2006.01)	G 2 1 C 13/02 N
B 6 5 D 90/12 (2006.01)	B 6 5 D 90/12 Z

請求項の数 25 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2006-523692 (P2006-523692)	(73) 特許権者	506053641
(86) (22) 出願日	平成16年5月27日(2004.5.27)		ペブル ベッド モジュラー リアクター
(65) 公表番号	特表2007-502425 (P2007-502425A)		(プロプライエタリー) リミテッド
(43) 公表日	平成19年2月8日(2007.2.8)		PEBBLE BED MODULAR
(86) 国際出願番号	PCT/IB2004/001738		REACTOR (PROPRIETAR
(87) 国際公開番号	W02005/017920		Y) LIMITED
(87) 国際公開日	平成17年2月24日(2005.2.24)		南アフリカ, 0046 セントゥリオン,
審査請求日	平成19年5月26日(2007.5.26)		ゴードン フッド アベニュー 1267
(31) 優先権主張番号	2003/6376		, レイク ブエナ ビスタ ビルディング
(32) 優先日	平成15年8月15日(2003.8.15)		, サード フロアー
(33) 優先権主張国	南アフリカ (ZA)	(74) 代理人	100080160
			弁理士 松尾 憲一郎

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 支持装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原子炉圧力容器(12)内に收容される高温ガス冷却原子炉(10, 200)の炉心バレル(14)を形成する容器であって、前記炉心バレル(14)が略円筒形状であり、且つ略垂直方向に伸びる軸線を有するようにした容器と、

前記炉心バレル(14)の重量を支持する単一の垂直支持体(16)であって、それぞれが前記炉心バレル(14)と前記原子炉圧力容器(12)とに連結される上部及び下部支持部材(44, 46)とを含み、これらの間で垂直方向の荷重が伝達されるようにし、かつ、上部及び下部支持部材(44, 46)は相対変位可能であり軸線を中心として対向状態に配置された接触面を形成するようにした垂直支持体(16)と、

炉心バレル(14)を支持するための横方向支持手段(18)であって、複数の円周方向に間隔をおいて配置された上部横方向支持体(76)を有し、各上部横方向支持体(76)はそれぞれ炉心バレル(14)と原子炉圧力容器(12)に連結される内側及び外側横方向支持部材(78, 80)の組と、内側及び外側横方向支持部材(78, 80)との間に挟装されるローラ要素(86)とを有する横方向支持手段(18)とを具備する支持装置。

【請求項 2】

前記接触面(50, 56)の少なくとも1つが湾曲していることを特徴とする請求項1に記載の支持装置。

【請求項 3】

10

20

前記接触面（５０，５６）の両方が湾曲していることを特徴とする請求項２に記載の支持装置。

【請求項４】

前記上部支持部材（４４）が凹状接触面（５０）を形成し、前記下部支持部材（４６）が凹状接触面（５０）に対して対向配置された凸状接触面を形成することを特徴とする請求項３に記載の支持装置。

【請求項５】

前記凸状接触面（６０）の半径は、前記凹状接触面（５０）の半径よりも小さいことを特徴とする請求項４に記載の支持装置。

【請求項６】

前記垂直支持体（１６）は、前記上部及び下部支持部材（４４，４６）との間に挿入される中間部材（２０２）を含むことを特徴とする請求項１に記載の支持装置。

【請求項７】

前記中間部材（２０２）は、それぞれが前記上部及び下部支持部材の相補的接触面（２０８，２１０）と協働する上部及び下部接触面（２０４，２０６）を形成することを特徴とする請求項６に記載の支持部材。

【請求項８】

前記中間部材（２０２）の前記接触面（２０４，２０６）は凸状であり、前記上部及び下部支持部材（４４，４６）の相補的接触面（２０８，２１０）は凹状であることを特徴とする請求項７に記載の支持装置。

【請求項９】

各凸状接触面（２０４，２０６）の半径は、前記相補的凹状接触面（２０８，２１０）の半径よりも小さいことを特徴とする請求項８に記載の支持装置。

【請求項１０】

前記上部横方向支持体（７６）は炉心バレル（１４）を、該炉心バレル（１４）の上端部で又はこれに向かって横方向に支持するように位置付けられることを特徴とする請求項１から請求項９のいずれか一項に記載の支持装置。

【請求項１１】

前記ローラ要素（８６）は、歯を有する少なくとも１つのギア車（９２）を具備し、内側及び外側横方向支持部材（７８，８０）の少なくとも１つは、ギア車（９２）の歯と相補的な歯（９８）を有し、前記ローラ要素（８６）と前記内側及び外側上部支持部材（７８，８０）の相補的軸受面（８２，８４）との間の相対変位が確実に転動によるものであるようにすることを特徴とする請求項１から請求項１０のいずれか一項に記載の支持装置。

【請求項１２】

前記内側及び外側上部支持部材（７８，８０）の軸受面（８２，８４）が傾斜面であることを特徴とする請求項１１に記載の支持装置。

【請求項１３】

各組の前記内側及び外側上部支持部材（７８，８０）の少なくとも１つが、弾性変形可能な支持体（１０４）上に取り付けられることを特徴とする請求項１から請求項１２のいずれか一項に記載の支持装置。

【請求項１４】

各外側上部支持部材（８０）が弾性変形可能な支持体（１０４）上に取り付けられ、該弾性変形可能な支持体（１０４）は、前記原子炉圧力容器（１２）に固定される上部支持リング（７２）上に取り付けられることを特徴とする請求項１３に記載の支持装置。

【請求項１５】

前記弾性変形可能な支持体（１０４）は、離間した位置に前記上部支持リング（７２）に連結された支持ポスト（１０６）のペアと、前記支持ポスト（１０６）間に延び且つ前記外側上部支持部材（１０８）が取り付けられる弾性変形可能なガイドビーム（１０８）を含むことを特徴とする請求項１４に記載の支持装置。

【請求項 1 6】

前記ガイドビーム（108）の位置が調整可能であることにより、前記内側及び外側上部支持部材（78, 80）の相対位置が調整可能となることを特徴とする請求項 1 5 に記載の支持装置。

【請求項 1 7】

前記横方向支持手段（18）は、下端部に隣接した前記炉心バレルに対する横方向支持を与えるように位置付けられる、複数の円周方向に間隔を置いて配置された下部横方向支持体（312）を含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 1 6 のいずれか一項に記載の支持装置。

【請求項 1 8】

各下部横方向支持体は、前記炉心バレル（14）と前記原子炉压力容器（12）との間で横荷重を伝達するために内側及び外側受け入れ構成体（314, 316）の間に半径方向に延びる弾性変形可能な位置決め要素（312）を含むことを特徴とする請求項 1 7 に記載の支持装置。

【請求項 1 9】

前記内側受け入れ構成体（314）は前記上部支持部材（44）上に設けられ、前記外側受け入れ構成体（316）は前記原子炉压力容器（12）に固定された下部支持リング（134）から半径方向内方に突出する突出部（304, 318）であることを特徴とする請求項 1 8 に記載の支持装置。

【請求項 2 0】

地震の際に想定される通常の動作荷重を超えた荷重を受けたときに前記原子炉压力容器内で前記炉心バレル（14）を支持する補助支持手段（130, 132）を含むことを特徴とする請求項 1 から請求項 1 9 のいずれか一項に記載の支持装置。

【請求項 2 1】

前記上部支持部材（44）は、前記炉心バレル底部（30）から下方に延びる中央部材（48）と、前記炉心バレル（14）の底部（30）及び前記中央部材（48）に連結され且つ前記中央部材（48）から半径方向外方に延びる複数の角度方向に間隔を置いて配置された支持ビーム（54）とを含み、前記補助支持手段は、前記支持ビーム（54）の半径方向外方の端部が間隙を有して受け入れ可能である複数の円周方向に間隔を置いて配置された半径方向内方に面するスロット（138）を含む下部補助支持体（130）を含むことを特徴とする請求項 2 0 に記載の支持装置。

【請求項 2 2】

前記スロット（138）は、前記原子炉压力容器（12）に固定された下部支持リング（134）の半径方向内方の面上に形成されることを特徴とする請求項 2 1 に記載の支持装置。

【請求項 2 3】

前記上部支持部材（44）は、前記炉心バレル（14）の底部（30）から下方に延びる中央部材（48）と、前記炉心バレル（14）の底部（30）及び前記中央部材（48）に連結され且つ前記中央部材（48）から前記炉心バレル（14）より垂下する環状スカート（302）まで半径方向外方に延びる複数の角度方向に間隔を置いて配置された支持ビーム（54）とを含み、前記補助支持手段は、前記原子炉压力容器（12）に固定された下部支持リング（134）から半径方向内方に突出し且つ前記スカート（302）の相補的スロット（306）内に間隙を有して受け入れられる複数の円周方向に間隔を置いて配置された突出部（304）を含む下部補助支持体（130）を含むことを特徴とする請求項 2 0 に記載の支持装置。

【請求項 2 4】

前記補助支持手段は、前記炉心バレル（14）に連結され且つそこから外方に突出する複数の円周方向に間隔を置いて配置されたリブ（140）と、前記上部支持リング（72）の半径方向内方の面内に設けられ且つその外に開いた相補的スロット（142）とを備えた上部補助支持体（132）を含み、前記上部支持リング内では前記スロットと前記リ

10

20

30

40

50

ブ(140)の部分が間隙を有して受け入れ可能であることを特徴とする請求項20から請求項23のいずれか一項に記載の支持装置。

【請求項25】

原子炉压力容器(12)内に収容される高温ガス冷却原子炉(10, 200)の炉心バレル(14)を形成する容器であって、前記炉心バレル(14)が略円筒形状であり、且つ略垂直方向に伸びる軸線を有するようにした容器を支持する支持方法であって、前記炉心バレル(14)及びその内容物の重量を単一の垂直支持体(16)を介して原子炉压力容器(12)に伝達する工程と、炉心バレル(14)と原子炉压力容器(12)間の横方向荷重を、炉心バレル(14)の上端の近傍に位置し、かつ、複数の円周方向に間隔を置いて配置され、かつそれぞれ炉心バレル(14)と原子炉压力容器(12)に連結される内側及び外側横方向支持部材(78, 80)の組と内側及び外側横方向支持部材(78, 80)との間に挟装されるローラ要素(86)とを有する上部横方向支持体(76)を具備する横方向支持手段(18)を通して伝達する工程とを具備する支持方法。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、支持装置に関する。本発明はまた、容器を支持する方法に関する。

【背景技術】

【0002】

20

温度変動を受ける容器に関して問題がある。温度変化の結果、容器の形状及び／又は寸法が変化する可能性があり、これにより、容器及び／又は容器支持体に望ましくない応力がもたらされるおそれがある。これは、特に温度変化が一様ではない場合に当てはまる。

【0003】

本発明の目的は、この状況を少なくとも緩和すると発明者が考える手段を提供することである。

【発明の開示】

【0004】

本発明の1つの態様によれば、支持されることになる容器と、容器の重量を支持する単一の垂直支持体と、少なくとも単一の垂直支持体を上回る高さにあり、容器に対する横方向支持を与える横方向支持手段とを備える支持装置を提供する。

30

【0005】

本発明は、特に、必ずしもこれ以外を排除するものではないが、高温ガス冷却原子炉に用途が見出されると本発明者は考える。

【0006】

従って、容器は、たとえば、原子炉压力容器を含む高温ガス冷却原子炉の炉心バレルであり、該原子炉压力容器内に炉心バレルが収容され、垂直支持体は、それぞれが炉心バレルと原子炉压力容器とに連結される上部及び下部支持部材を備え、これらの間で垂直方向の荷重が伝達される。

【0007】

40

炉心バレルは、略円筒形の形状とすることができ、略垂直方向に延びる軸線を有し、上部及び下部支持部材は、中央に位置付けられた対向配置の接触面を定める。

【0008】

接触面の少なくとも1つが湾曲することができ、その結果、接触面間の相対移動が転動によって行われてヘリウム環境での運転時に磨耗と表面溶着の可能性が低減される。

【0009】

上部支持部材は下方に面する凹状接触面を定めることができる。下部支持部材は、上方に面する凸状接触面を定めることができる。接触面は部分球形とすることができる。本発明の好適な実施形態においては、凸状接触面の半径は凹状接触面の半径よりも小さい。

【0010】

50

垂直支持体は、上部支持部材と下部支持部材との間に挿入される中間部材を含むことができる。中間部材は、それぞれが上部及び下部支持部材の相補的接触面と協働する上部及び下部接触面を定めることができる。

【0011】

中間部材の接触面は凸状とすることができ、上部及び下部支持部材の相補的接触面は凹状である。本発明の好適な実施形態においては、各凸状接触面の半径は、相補的凹状接触面の半径よりも小さい。

【0012】

横方向支持手段は、炉心バレルを作動上の上端部で又はこれに向けて横方向に支持するように位置付けられる、複数の円周方向に間隔を置いて配置された上部横方向支持体を含むことができる。

10

【0013】

各上部横方向支持体は、炉心バレルと原子炉圧力容器とにそれぞれ連結された内側及び外側上部支持部材のセットを含むことができ、各セットの内側及び外側上部支持部材の少なくとも1つは、弾性変形可能な支持体上に取り付けられる。

【0014】

各上部横方向支持体の内側上部支持部材と外側上部支持部材との間にローラ要素を挟装して、内側及び外側上部支持部材間、並びにこれらが連結される炉心バレルと原子炉圧力容器との間の相対変位を助長することができる。ローラと内側上部支持部材及び外側上部支持部材のうちの少なくとも1つとが相補的ギアを備え、ローラと内側及び外側上部支持部材の相補的軸受面との間の相対変位が確実に転動であって摺動によるものではないようにすることができる。

20

【0015】

ローラの使用に加えて、前記軸受面は、溶着を阻止するように処理することができる。この処理は軸受面の窒化を含むことができる。

【0016】

内側及び外側上部支持部材の軸受面は傾斜面とすることができ、特に、内側及び外側上部横方向支持部材の軸受面は略平行であり且つ外方上方に傾斜することができる。

【0017】

各外側上部支持部材は弾性変形可能な支持体上に取り付けることができ、該弾性変形可能な支持体は、前記原子炉圧力容器に固定される上部支持リング上に取り付けられる。弾性変形可能な支持体は、離間した位置に上部支持リングに連結された支持ポストのペアと、支持ポスト間に延び且つ外側上部支持部材が取り付けられる弾性変形可能なガイドビームとを含むことができる。ガイドビームの位置を調整可能とすることができることによって、内側及び外側上部支持部材の相対位置が調整可能となる。

30

【0018】

横方向支持手段は、下端部に隣接した炉心バレルに対する横方向支持を与えるように位置付けられる、複数の円周方向に間隔を置いて配置された下部横方向支持体を含むことができる。

【0019】

40

各下部横方向支持体は、炉心バレルと原子炉圧力容器との間で横荷重を伝達するために内側及び外側受け入れ構成体の間に半径方向に延びる弾性変形可能な位置決め要素を含むことができる。

【0020】

内側受け入れ構成体は、上部支持部材上に設けることができ、外側受け入れ構成体は、原子炉圧力容器に固定された下部支持リングから半径方向内方に突出する突出部である。

【0021】

本支持装置は、例えば、地震事象の結果として、例外的な荷重を受けたときに前記原子炉圧力容器内で前記炉心バレルを支持する補助支持手段を含むことができる。

【0022】

50

本発明の１つの実施形態においては、上部支持部材は、炉心バレル底部から下方に延びる中央部材と、炉心バレル底部及び中央部材に連結され且つ中央部材から半径方向外方に延びる複数の角度方向に間隔を置いて配置された支持ビームとを含むことができ、補助支持手段は、支持ビームの半径方向外方の端部がほとんど間隙なしで受け入れ可能である複数の円周方向に間隔を置いて配置された半径方向内方に面するスロットを含む下部補助支持体を含む。

【００２３】

スロットは、原子炉圧力容器に固定された下部支持リングの半径方向内方の面上に定めることができる。シムを使用して、スロット内でビームの端部の所望の間隙を得ることができる。

10

【００２４】

本発明の別の実施形態においては、上部支持部材は、炉心バレル底部から下方に延びる中央部材と、炉心バレル底部及び中央部材に連結され且つ中央部材から炉心バレルより垂下する環状スカートまで半径方向外方に延びる複数の角度方向に間隔を置いて配置された支持ビームとを含み、補助支持手段は、原子炉圧力容器に固定された下部支持リングから半径方向内方に突出し且つスカートの相補的スロット内にほとんど間隙なしで受け入れられる複数の円周方向に間隔を置いて配置された突出部を含む下部補助支持体を含む。

【００２５】

シムを設けて、突出部とスロットとの間で所望の間隙を得ることができる。

【００２６】

20

本発明の別の態様によれば、容器を支持する方法であって、内容物を伴う容器の重量を単一の垂直支持体を介して支持装置に伝達する段階と、少なくとも垂直支持体を上回る高さにある位置で横方向に容器を支持する段階とを含む方法を提供する。

【００２７】

容器が内部に炉心バレルが支持される原子炉圧力容器を含む高温ガス冷却原子炉の炉心バレルの形である場合に、本方法は、炉心バレル及びその内容物の重量を単一の垂直支持体を介して原子炉圧力容器に伝達する段階と、垂直支持体を上回る高さに位置付けられた横方向支持体を介して炉心バレルと原子炉圧力容器との間で横荷重を伝達する段階とを含むことができる。

【発明を実施するための最良の形態】

30

【００２８】

次に、例証として添付の概略図を参照しながら本発明を説明する。

【００２９】

図面において、参照番号１０は、本発明による支持装置を組み込んだ原子炉全体を示す。原子炉１０は、原子炉圧力容器１２と、該原子炉圧力容器１２内に含まれる、全体が参照番号１４で示される炉心バレルとを含む。原子炉１０は更に、炉心バレルから原子炉圧力容器に垂直荷重を伝達する、全体が参照番号１６で示された単一の垂直支持体と、炉心バレル１４に対する横方向支持を提供する、全体が参照番号１８（図７）で示された横方向支持手段とを含む。

【００３０】

40

原子炉圧力容器１２は、円筒形側壁２０と、それぞれドーム形上端部及び下端部２２、２４を備える。

【００３１】

炉心バレル１４は、円筒形側壁２６と、頂部２８と、底部３０とを含む。炉心バレル１４内には、核燃料が受けられる炉心又はチャンバ４０の範囲を定める複数の反射体（図示せず）が置かれている。

【００３２】

反射体の動作上の詳細及び関連する構造的長は、本発明の理解に不可欠ではないので、詳細には図示又は説明しない。

【００３３】

50

ここで図面のうち特に図 2、図 3、及び図 5 を参照すると、垂直支持体 16 は、上部支持部材 44 と下部支持部材 46 とを含む。

【0034】

上部支持部材 44 は、炉心バレル 14 の底部 30 に連結され、且つ該炉心バレル 14 と同軸に下方に延びる円筒形中央部材 48 を含む。中央部材 48 は、下方に面する凹状接触面 50 を備える。中央部材 48 の接触面 50 は、環状肩部 52 によって囲まれた凹部として形成されている。上部支持部材 44 は更に、炉心バレル 14 の底部 30 に連結され、且つ中央部材 48 に連結されて半径方向外方に伸びる複数の角度方向に間隔を置いて配置された支持ビーム 54 を含む。従って、支持ビーム 54 は、底部 30 及び中央部材 48 に対する支持を与え、炉心バレル 14 の重量を中央部材 48 に伝達する役目をする。

10

【0035】

図面のうち図 2 及び図 5 で最も良く分かるように、下部支持部材 46 は、原子炉压力容器 12 の下端部 24 に固定されるベース 56 と、該ベースから上方に突出して凸状接触面 60 を備える中央配置の円筒部 58 とを含む。支持部材 46 は、原子炉压力容器にボルト固定される。垂直支持体 16 を介して伝達されるのは炉心バレル組立体の重量であり、従って、負荷は垂直下側方向であることを考慮すると、これらのボルトの負荷は余り大きいものではない。突出部 58 の直径は、間隙を有して受け入れ可能であるように、環状肩部 52 の内径よりも小さい。更に、中央部材の接触面 50 は、円筒部 58 の接触面 60 よりも大きな曲率半径を有する。本発明の 1 つの実施形態においては、接触面 50 は、5250 mm の半径を有し、接触面 60 は、4400 mm の半径を有する。しかし当然のことながら、これらの半径は、原子炉の寸法に応じて変わる可能性があり、特定の用途に対する最適値は、定期的な試験又は経験的手段によって決定付けることができる。湾曲面は、相対移動が転動によって生じ、摺動によって生じないことを保証するために設けられる。更に、相対的に大きな半径は、所望の接触面積を得るために用いられる。

20

【0036】

図面のうち図 7、図 8 及び図 12 で最も良く分かるように、上部リング 72 は、原子炉压力容器 12 内で所定位置に固定される。この点に関し、1 つ又はそれ以上のトーションキー (torsion key) を使用して、リング 72 を所定位置に固定することができる。図面のうち図 12 で最も明確に分かるように、リング 72 及び压力容器 12 は、相補的な下側半径方向内方にテーパが付いた面 73、75 を備えている。更に、環状ロッキングプレート 77 は、溶接又はボルトによって支持リング 72 に固定され、該ロッキングプレート 77 の半径方向外方の縁部は、原子炉容器 12 の環状凹部 79 で受けられる。この構成は、原子炉容器 12 の表面に対して、溶接をする必要がなくリング 72 を所定位置に固定する役目を果たす。

30

【0037】

横方向支持手段 18 は、作動上方端部又はその方向に向けて炉心バレル 14 を支持するように位置付けられ複数の円周方向に間隔を置いて配置された上部横方向支持体 76 を含む。更に、図面のうちの図 9 を参照すると、各上部横方向支持体 76 は、内側上部支持部材 78 及び外側上部支持部材 80 を含む。以下で、より詳細に説明するように、内側上部支持部材 78 は炉心バレル 14 に固定され、外側上部支持部材 80 は、上部リング 72 に連結される。上部横方向支持部材 78、80 は、該支持部材 78、80 間に位置付けられたローラ 86 と接触して支持する相補的に傾斜した支持体又は軸受面 82、84 を定める。ローラ 86 は、中央配置の環状凹部 90 を有する円筒体 88 を含む。更に、ギア車 92 は円筒体の各端部に設けられ、円筒形軸方向突出部 94 はギア車 92 の各々から突出する。内側及び外側の上部支持部材 78、80 の各々には、表面 82、84 から突出し凹部 90 に受けられる中央配置のリブ 96 を備えている。更に、表面 82、84 の各々の各側部には、ギア 92 のそれぞれに相補的なギア 98 のセットが設けられる。この構成は、内側横方向支持部材 78 と外側横方向支持部材 80 との相対変位がローラ 86 の転動の結果として確実に行われるような役目を果たす。更に、各外側横方向支持部材 80 は、スロット 102 が設けられたチークプレート 100 のペアを有する。スロット 102 は、表面 84

40

50

と平行である。突出部 94 は、スロット 102 内でほとんど間隙なく受けられ、外側上部横方向支持部材 80 に対するローラ 86 の動きの範囲を制限するよう機能する。

【0038】

各外側上部横方向支持部材 80 は、全体が参照番号 104 (図 8) で示される弾性変形可能な支持体上に取り付けられる。各支持体 104 は、上部リング 72 上に取り付けられるガイドポスト 106 のペアと、支持ポスト 106 間に延びる弾性変形可能なガイドビーム 108 とを含む。

【0039】

図面のうち図 10 で最も良く分かるように、各支持ポスト 106 は、溶接によって上部リング 72 に固定されるベース 110 と、スライダ 112 とを含む。ベース 110 及びスライダ 112 は、ベース 110 上でのスライダ 112 の垂直方向の相対変位を可能にする相補的リップ 113 及びチャンネル構成体 115 を有する。ベース 110 及びスライダ 112 のそれぞれの上には、調整ねじ 118 の一部が位置付けられる穴を協働して形成する相補的半円凹部 114、116 が設けられる。凹部 116 はねじ山が設けられる。支持ベース上に取り付けられ、ねじ 122 によって所定位置に保持されるカバープレート 120 により、調整ねじ 118 の垂直方向の変位が抑制される。カバープレート 120 は、調整ねじ 118 上のカラーと協働して、調整ねじ 118 の垂直方向の変位を抑制する。また、カバープレート 120 は、スライダ 112 をベース 110 上に係留して保持し、調整ねじ 118 の回転によるベース 110 に対するスライダ 112 の垂直方向の変位の程度を制限可能とするよう機能する。スライダ 112 は、ガイドビーム 108 の端部が受け入れ可能であるスロット 126 を定める。これに伴い、ガイドビームは、ガイドポスト 106 のペア上に支持され、板ばね様に、すなわちガイドビーム 108 の弾性変位をある程度可能にするように構成され、従って、外側上部横方向支持部材 80 がその上に取り付けられる。更に、調整ねじ 118 を調整することによって、ガイドビーム、従って、内側上部横方向支持部材 78 に対する外側上部横方向支持部材 80 の位置を調整して所望の予荷重を得ることができる。図示の実施形態においては、ガイドビーム 108 は、炉心バレルと原子炉圧力容器との間に定められた空間内に嵌合するように湾曲している。

【0040】

以下に更に詳細に説明するように、垂直支持体 16 及び横方向支持手段 18 は、通常の運転状態の下で原子炉容器 12 内で炉心バレル 14 を支持する役目をする。しかしながら、例えば地震事象の結果として原子炉 10 が例外的な荷重を受ける可能性がある。これに応じて原子炉 10 は、補助支持手段を含む。補助支持手段は、全体が参照番号 130 (図 3 及び図 4) で示された下部補助支持体と、全体が参照番号 132 (図 11) で示された上部補助支持体とを含む。

【0041】

下部補助支持体 130 は、炉心バレル 14 の下端部に隣接する原子炉容器 12 に固定された下部支持リング 134 を含む。下部支持リング 134 は、上述のように、上部支持リング 72 と類似した方法で原子炉容器 12 内の所定位置に固定することができる。複数の半径方向内方の開放スロット 138 が、下部支持リング 134 上の円周方向に間隔を置いて配置された位置に設けられる。支持ビーム 54 の半径方向外方の端部がスロット内に受けられる。

【0042】

上部補助支持体 132 は、炉心バレル 14 の内壁 26 に連結され、そこから外方に突出する複数の円周方向に間隔を置いて配置されたリブ 140 を含む。相補的に半径方向内方に向けられたスロット 142 が、リブ 140 のスロット部を受けることが可能な上部支持リング 72 上で円周方向に間隔を置いて配置された位置に設けられる。

【0043】

通常の使用では、例えば、温度変化、膨張率の差、及び同様のものの結果として、炉心バレル 14 と原子炉圧力容器 12 間の幾らかの相対移動が存在することは理解されるところである。支持ビーム 54 と下部支持リング 134 間、及びリブ 140 と上部支持リング

10

20

30

40

50

7 2 間の間隙は、この相対移動を可能にするように選択されることになる。スロット 1 3 8、1 4 2 の所望の間隙を得るためにシム 1 4 4 が利用され、その 1 つが図面のうちの図 6 に示されている。シムは、所望の寸法に加工されて、下部支持リング 1 3 4 及び上部支持リング 7 2 上に取り付けられ、支持ビーム 5 4 とリブ 1 4 0 の端部間にそれぞれ所望の間隙が得られるようにする。図面のうち図 6 で最も良く分かるように、各シム 1 4 4 は、端プレート 1 6 0 と、該端プレート 1 6 0 から突出する本体部分 1 6 2 とを含む。対向して配置された平行リブ 1 6 4 は、本体 1 6 2 から横方向外方に突出し、支持リング 7 2、1 3 4 の相補的な垂直方向に延びる対向して内方に配置されたチャンネル構成体内に摺動自在に受けることが可能である。シムは、端プレート 1 6 0 の突出部の相補的な穴 1 6 8 を貫通して延びるねじ 1 6 6 によってこの位置に保持される。

10

【0 0 4 4】

炉心バレルは通常、約 2 2 メートルの長さ及び約 1 8 メートルの円周を有する。炉心バレルは運転中に加熱され、運転停止中に冷却される。材料温度制約条件内に留まるように、炉心バレルは外側を冷却する必要がある、このために炉心バレル冷却システムが設けられる。しかしながら、炉心バレル側面は、どのような所与の高さにおいても円周全体で均一な温度になる可能性は少ない。温度変動は、炉心バレル円周回りの炉心バレル冷却システムガスの一様ではない流れ、例えば製造公差に起因する側面反射体と炉心バレル側部との間の一様でないギャップ、原子炉圧力容器と炉心バレルとの間のこれらの構成部品の両方の製造公差に起因する一様でないギャップ、入口及び出口パイプの構成部品の非対称形配置、又は同様のものなどの種々の要因から生じる可能性がある。炉心バレル上の温度分布が一様でないことにより、炉心バレルの何らかの横方向の変形、例えば僅かな曲がりが発生する可能性がある。中央に配置された単一の垂直支持体 1 6 上で炉心バレルの重量を支持することによって、炉心バレルは、例外的な応力が炉心バレル又は支持構造体内に誘起されることなく曲がることができる。これによって、炉心バレルは一様でない温度分布の影響を受けなくなる。従来技術の欠点は、炉心バレルが複数の離間した垂直支持体に支持されることである。炉心バレルが移動する結果として、支持体すなわち炉心バレルの一様でない荷重が生じる可能性があり、望ましくない高いレベルの応力をもたらす可能性がある。この問題は、単一の中央に配置された垂直支持体 1 6 を利用することによって回避される。

20

【0 0 4 5】

更に、当然ながら、温度並びに使用する材料の差異の結果として、炉心バレルと原子炉圧力容器の膨張の速度及び程度が異なる可能性がある。この点において、上部横方向支持体 7 6 は、炉心バレルの上端部を支持する役目を果たす。炉心バレルが加熱されると、垂直方向及び半径方向の両方で膨張する。これにより、内側上部横方向支持部材 7 8 が、外側上部横方向支持部材 8 0 に対して上方及び半径方向外方に変位するようになる。しかしながら、支持面 8 2、8 4 の傾斜はこの膨張を可能にし、支持面をローラ 8 6 の表面に接触した状態に保持する。また、ガイドビーム 1 0 8 の固有の弾性は、ある程度の横方向移動を許容する。何らかの理由で表面 8 2、8 4 がローラ 8 6 と接触しなくなった場合、ローラは、ギア 9 2、9 8 によって所定位置に保持されることになる。表面 8 2、8 4 間の分離が更に大きくなりギア 9 2、9 4 が接触しなくなった場合には、ローラは、突出部 9 4 がスロット 1 0 2 の底部に位置付けられるまで表面 8 4 を転動して降下する。これによって、ローラ 8 6 が原子炉圧力容器 1 2 と炉心バレル 1 4 間に確実に落下しなくなる。表面 8 2、8 4 は通常、垂直方向に対し約 1 0 ° の角度で傾斜している。しかしながら、この角度は、特定の用途における定期的な試験又は経験によって決定される最適性に依じて変わる場合がある点は認識されるであろう。

30

40

【0 0 4 6】

例えば地震事象の結果として異常な荷重が原子炉 1 0 に付加された場合、単一の垂直支持体 1 6 が炉心バレル 1 4 の重量を支持することになるが、ガイドビーム 1 0 8 が変形するので、上部横方向支持体 7 6 は水平方向の支持を炉心バレル 1 4 に対し十分に与えることができない可能性がある。偏差が十分である場合、支持ビーム 5 4 端部とスロット 1 3

50

8間、及びリブ140とスロット142間のギャップは近接し、これにより水平荷重が炉心バレル14から原子炉压力容器12に伝達される。地震事象の後、ガイドビーム108によって炉心バレル14は中央に配置され、リブ140とスロット142間のギャップが広がる。この点において、ガイドビーム108は、この変形に対処して製造材料の弾性領域内に留まるように設計されることは理解されるであろう。

【0047】

当然ながら、支持装置の幾つかの変形が実施可能である。例えば、下部支持部材46は、炉心バレルによって伝達される荷重を原子炉压力容器のより大きな面積にわたって広げるよう設計されたビーム構成によって原子炉压力容器に連結することができる。

【0048】

支持装置の別の変形形態を、図面のうちの図13に示しており、参照番号200は、本発明による支持装置を組み込んだ別の原子炉の一部を全体的に示すものであり、特に指示がない限り、上記で使用したのと同じ参照番号は同じ部品を示すのに使用される。

【0049】

原子炉200の支持装置と原子炉10の支持装置との間の主な相違点は、原子炉200の場合の、支持装置が上部支持部材44と下部支持部材46との間に配置された中間部材202を含むことである。中間部材202は、凸状の上部接触面と下部接触面204、206を有する略長円の形状である。上部支持部材44及び下部支持部材46は凹状支持面208、210を有する。支持面208、210の半径は支持面204、206の半径よりも大きい。

【0050】

この構成の利点は、自己調心式であることである。

【0051】

次に、図面のうちの図14から図16を参照すると、本発明による支持装置を組み込んだ別の原子炉の一部が参照番号300で全体的に示されており、特に指示がない限り、上記で使用した同じ参照番号は、同じ要素を示すのに使用されている。

【0052】

本発明のこの実施形態においては、環状スカート302が炉心バレルの底部30から下方に垂下する。支持ビーム54は、炉心バレル14の底部30と中央部材48とに連結されて半径方向外方に延びており、支持ビーム54の半径方向外方の端部がスカート302に連結される。

【0053】

更に、図15に示す実施形態においては、突出部304は、下部支持リング134から半径方向内方に突出する。突出部304は、スカート302内に設けられたスロット306を貫通して延びる。従って、スカート302及び突出部304は、地震事象時に生じる可能性のあるような例外的荷重を受けた際に、炉心バレルを支持する下部補助支持体130として機能する。突出部304とスロット306との間に所望の間隙を得るために、シム308を使用することができる。更に、図面のうち図16で最も良く分かるように、各突出部304は凸状側部310を有し、これは地震事象の際にシム308と接触する。凸状側部310によって、例えば、炉心バレルの曲がりの結果として、スカート302が水平に対し若干の角度をなした場合でも確実に小さな接触応力が発生する。

【0054】

更に、本発明のこの実施形態においては、横方向支持手段は、3つの弾性変形可能な位置決め要素又はビーム312備えた下部横方向支持体を含む。ビーム312の内端部は、上部支持部材48上に設けられた凹部314の形で内側受け入れ構成体に配置され、ビーム312の半径方向外方端部は、突出部304のうち3つに取り付けられるシム318上に設けられた相補的凹部316内に位置付けられる。シム318は、ビーム312において所望の予荷重を得るのに使用される。ビーム312は、最大の偏差を得て地震事象時にビーム内応力が最小となるように湾曲しており、突出部304とシム308間の間隔が近接することができるようビーム312が十分に変形し、これにより横荷重が炉心バレルか

10

20

30

40

50

ら原子炉圧力容器に伝達されるようになる。地震事象後、ビーム 3 1 2 は中央部材 4 8 を中央に配置し、突出部 3 0 4 とシム 3 0 8 との間のギャップを回復する。

【0 0 5 5】

発明者らは、従来技術によるシステムと比較すると、本発明により温度変動を受ける容器並びに支持構造体に加わる応力が小さくなると考えている。更に、原子炉の特定の場合においては、本発明は、応力を増大させることなく炉心バレルの曲がり量を小さくすることを可能にする。炉心バレルは、一様ではない温度分布を許容することができる。更に、炉心バレルは、原子炉圧力容器に対して半径方向並びに軸方向に膨張することができる。支持体 1 0 4 の調整を可能にすることによって、上端部に隣接する炉心バレルの横方向支持体を調節して、炉心バレルの自己調芯及び安定化を確実にすることができる。更に、上部及び下部支持リング上に設けられたシムは、取り付け中にサイズが決められ、これにより確実に所望の間隔取り又は許容公差が実現される。

10

【図面の簡単な説明】

【0 0 5 6】

【図 1】本発明による支持装置を組み込んだ原子炉の概略配置図である。

【図 2】原子炉の下部の断面図である。

【図 3】原子炉の一部を成す炉心バレルの下端部の下から見た垂直支持体の一部を示す三次元図である。

【図 4】原子炉の下部補助支持体の一部の三次元拡大図である。

【図 5】原子炉圧力容器内の下部支持リングの位置を示す原子炉の原子炉圧力容器の下部の三次元図である。

20

【図 6】下部支持リング上に取付け可能なシムの三次元図である。

【図 7】炉心バレルの上端部の三次元図である。

【図 8】原子炉圧力容器上に取付けられる上部支持リングの一部の三次元図である。

【図 9】本発明による上部横方向支持体の一部の三次元分解図である。

【図 1 0】上部支持リング上に取付けられたガイドポストの三次元分解図である。

【図 1 1】上部補助支持体の一部の三次元図である。

【図 1 2】原子炉圧力容器の一部と支持装置の一部を形成する上部リングとの拡大断面図である。

【図 1 3】本発明による別の支持装置を組み込んだ別の原子炉の下部の図 2 と類似した断面図である。

30

【図 1 4】本発明による支持装置を組み込んだ更に別の原子炉の一部を形成する炉心バレルの下端部の図面の図 3 と類似した三次元図である。

【図 1 5】図 1 4 の原子炉の支持装置の一部を形成する下部支持リングの三次元図である。

【図 1 6】図 1 5 の支持リングから突出する突出部の拡大三次元図である。

【符号の説明】

【0 0 5 7】

1 0 原子炉

1 2 原子炉圧力容器

40

1 4 炉心バレル

1 6 垂直支持体

1 8 横方向支持手段

2 0 円筒形側壁

2 2 ドーム形上端部

2 4 ドーム形下端部

2 6 円筒形側壁

2 8 頂部

3 0 底部

4 0 チャンバ

50

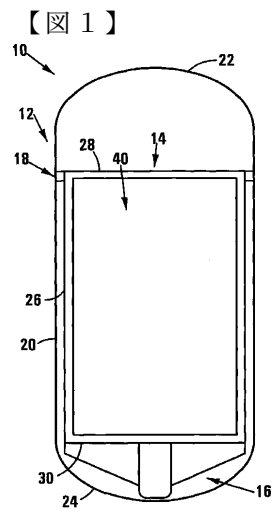


FIG 1

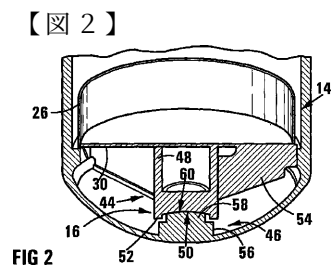


FIG 2

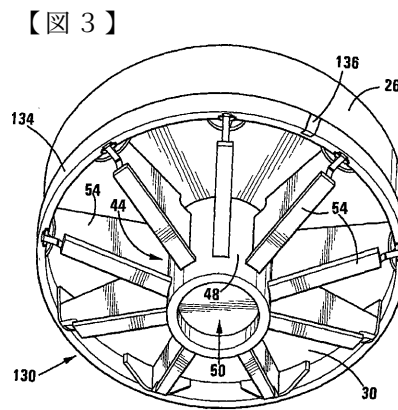


FIG 3

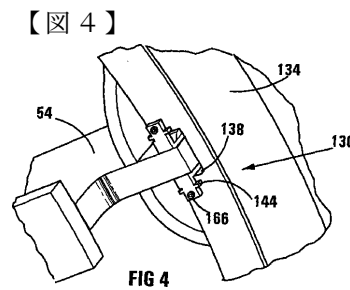


FIG 4

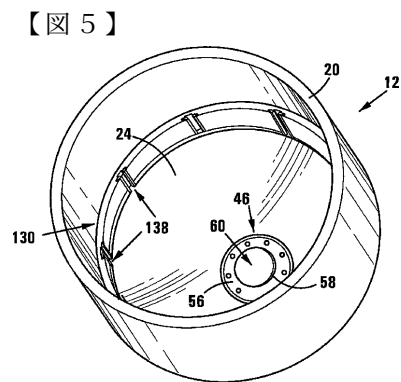


FIG 5

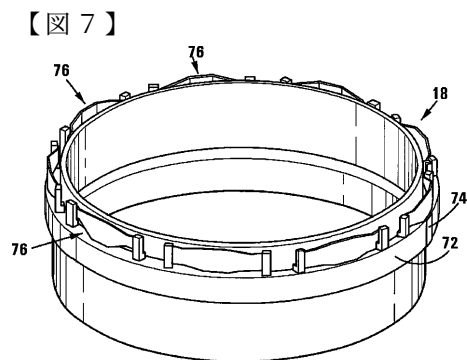


FIG 7

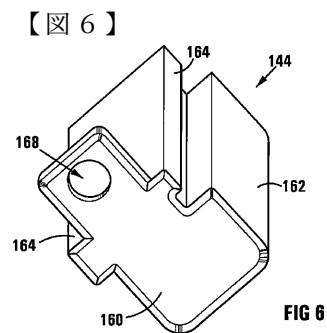


FIG 6

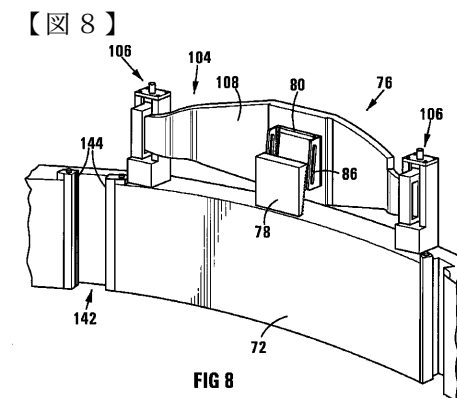
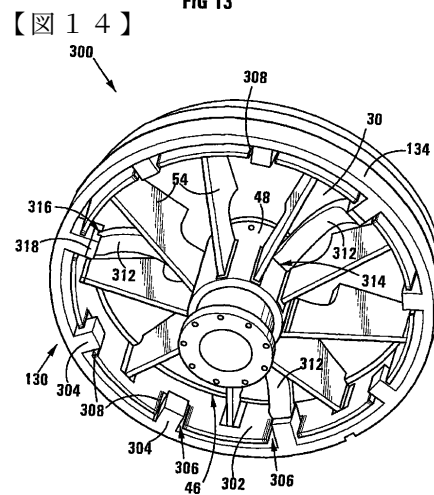
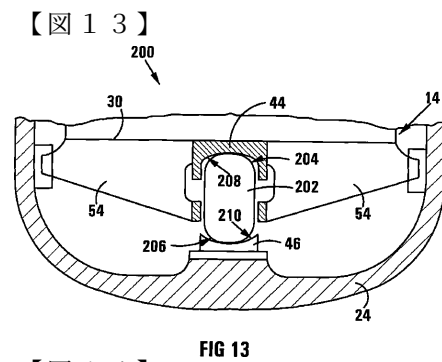
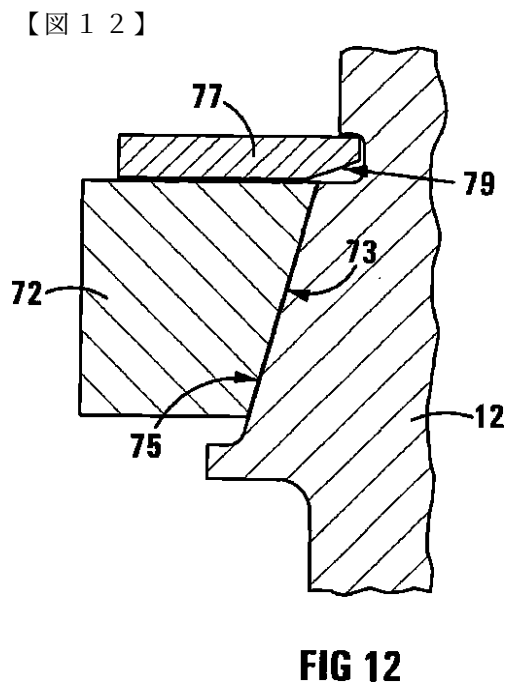
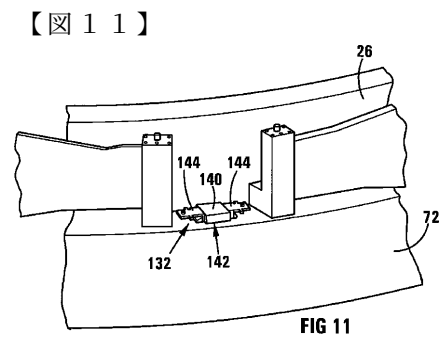
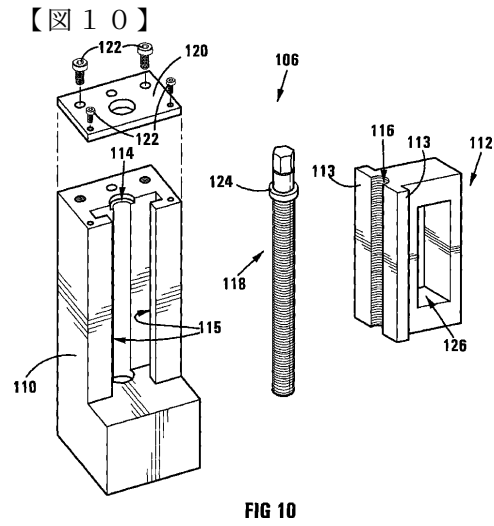
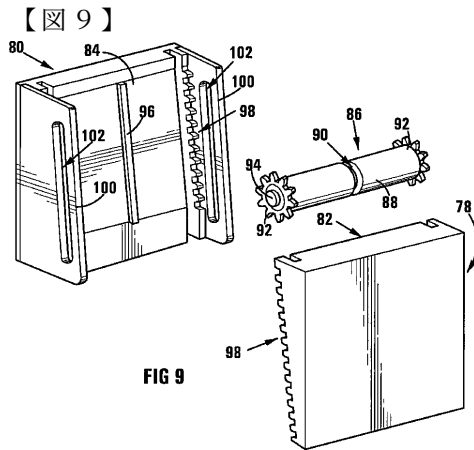


FIG 8



【図 15】

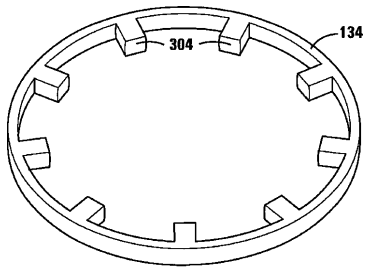


FIG 15

【図 16】

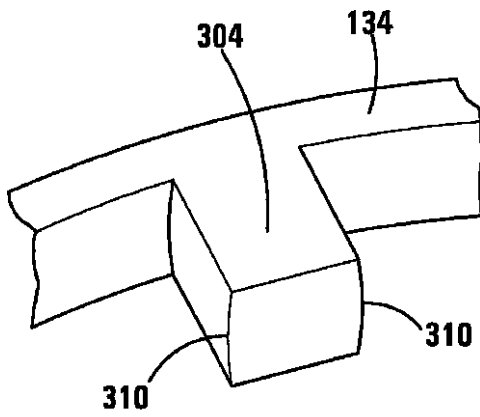


FIG 16

フロントページの続き

(72)発明者 フォーティアー, フレドリック アルフリエッド
南アフリカ 0118 カレンパーク, アマンダシグ イーエクスティー. 2, カリー ストリ
ート 34

審査官 青木 洋平

(56)参考文献 実開昭58-047794 (JP, U)
特開昭53-014290 (JP, A)
特開平06-281776 (JP, A)
実開昭63-058797 (JP, U)
特開昭58-015193 (JP, A)
特開昭52-024693 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G21C 5/10

G21C 5/08

G21C 13/02