

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6797818号
(P6797818)

(45) 発行日 令和2年12月9日 (2020. 12. 9)

(24) 登録日 令和2年11月20日 (2020. 11. 20)

(51) Int. Cl.	F I
G 2 1 C 5/10 (2006.01)	G 2 1 C 5/10
G 2 1 C 5/00 (2006.01)	G 2 1 C 5/00 A
G 2 1 C 13/02 (2006.01)	G 2 1 C 13/02 1 0 0

請求項の数 20 (全 21 頁)

(21) 出願番号	特願2017-545936 (P2017-545936)	(73) 特許権者	511117093
(86) (22) 出願日	平成28年2月26日 (2016. 2. 26)		ニュースケール パワー エルエルシー
(65) 公表番号	特表2018-512577 (P2018-512577A)		アメリカ合衆国 9 7 3 3 0 オレゴン州
(43) 公表日	平成30年5月17日 (2018. 5. 17)		コーバリス ノースイースト サークル
(86) 国際出願番号	PCT/US2016/019923		ブルバード 1 1 0 0 スイート 2
(87) 国際公開番号	W02016/140894		0 0
(87) 国際公開日	平成28年9月9日 (2016. 9. 9)	(74) 代理人	100083806
審査請求日	平成31年2月14日 (2019. 2. 14)		弁理士 三好 秀和
(31) 優先権主張番号	62/127, 608	(74) 代理人	100095500
(32) 優先日	平成27年3月3日 (2015. 3. 3)		弁理士 伊藤 正和
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(74) 代理人	100111235
			弁理士 原 裕子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ラッチ集合体、原子炉システム、及び原子炉炉心を支持する装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

原子炉炉心を少なくとも部分的に取り囲む炉心バレルに支持プレートを結合するラッチ集合体であって、
ラッチハウジングと、
突起部材及び付勢部材を含むラッチ機構と
を含み、
前記付勢部材が前記突起部材に付勢力を及ぼすことにより、前記突起部材への対向力が前記付勢力を相殺する場合を除き、前記突起部材は少なくとも部分的に前記ラッチハウジングの表面から突出する、ラッチ集合体。

【請求項 2】

前記突起部材は球状部材である、請求項 1 のラッチ集合体。

【請求項 3】

長手方向軸を含む円柱部材をさらに含み、
前記ラッチハウジングに含まれるボアが、前記円柱部材を受容するサイズとされることにより、前記ボアが前記円柱部材を受け入れると、前記ラッチハウジングは前記円柱部材の前記長手方向軸まわりに回転可能となる、請求項 1 のラッチ集合体。

【請求項 4】

前記ラッチ機構はさらに、
前記突起部材を受容する側部ボアと、

前記突起部材と前記付勢部材との間にあるディスクとを含む、請求項 1 のラッチ集合体。

【請求項 5】

前記ラッチ機構はさらに、
前記付勢部材への予荷重を調整することにより前記付勢力の調整を可能とする調整部材を含む、請求項 1 のラッチ集合体。

【請求項 6】

前記円柱部材を受容するナットと、
前記ナットと前記ラッチハウジングとの間に配置されたワッシャと
をさらに含み、
前記ワッシャは、前記ラッチハウジングの回転を前記ナットの回転から分離する、請求項 3 のラッチ集合体。

【請求項 7】

前記突起部材が前記ラッチハウジングの前記表面から少なくとも部分的に突出することにより前記突起部材が他の表面に隣接して配置され、
前記突起部材は前記付勢力の少なくとも一部を前記他の表面に伝達することにより摩擦トルクをもたらし、
前記ラッチハウジングの前記表面を実質的に横切る回転軸まわりに前記ラッチハウジングを回転させるには、前記摩擦トルクに打ち勝つ最小トルクが前記ラッチハウジングに及ぼされなければならない、請求項 3 のラッチ集合体。

【請求項 8】

原子炉システムであって、
フランジを含む支持プレートと、
長手方向ラッチ軸を有するラッチハウジングを含んで前記フランジの上に配置されたラッチ集合体と、
前記フランジを介して前記支持プレートに結合可能な炉心バレルと
を含み、
前記フランジは前記支持プレートの周縁を超えて延び、
前記フランジは長手方向アパチャ軸を有するアパチャを含み、
前記ラッチハウジングは、第 1 の回転配向及び第 2 の回転配向の少なくとも一方に構成及び配列され、
前記ラッチハウジングが前記第 1 の回転配向にあるとき、前記長手方向ラッチ軸は前記フランジの前記長手方向アパチャ軸に実質的に整合し、前記ラッチハウジングは、前記ラッチハウジングが前記支持プレートの上方変位を拘束しないように前記フランジの前記アパチャを貫通して受容可能となり、
前記ラッチハウジングが前記第 2 の回転配向にあるとき、前記長手方向ラッチ軸は前記長手方向アパチャ軸を実質的に横切り、前記ラッチハウジングは、前記ラッチハウジングが前記支持プレートの上方変位を拘束するように前記フランジを貫通して受容可能とはならない、原子炉システム。

【請求項 9】

前記炉心バレルは、前記炉心バレルの周縁を超えて延びる支持ブロックを含み、
前記支持プレートの前記フランジは、鉛直方向において前記支持ブロックと前記ラッチハウジングとの間に配置され、
前記支持ブロックは、前記ラッチハウジングが前記第 1 の回転配向にあるときに前記支持プレートが前記炉心バレルにロックされるように前記支持プレートの下方変位を拘束する、請求項 8 の原子炉システム。

【請求項 10】

前記ラッチ集合体はさらに、前記フランジ、及び前記ラッチハウジングの主要ボアを貫通して延びる細長部材を含み、
前記ラッチハウジングは、前記第 1 の回転配向と前記第 2 の回転配向との間で前記細長部

10

20

30

40

50

材まわりに回転するように構成及び配列される、請求項 8 の原子炉システム。

【請求項 1 1】

前記ラッチハウジングの前記第 1 の回転配向と前記第 2 の回転配向との相対的角度差は、ほぼ 90 度である、請求項 8 の原子炉システム。

【請求項 1 2】

前記フランジの上側表面は窪みを含み、

前記ラッチハウジングが前記第 2 の回転配向にあると、前記窪みは、前記ラッチハウジングの下側表面から突出するラッチ機構の少なくとも一部を受容し、

前記ラッチ機構の前記一部は、前記窪みに受容されると、前記ラッチハウジングが前記第 2 の回転配向から離れるように回転することに抵抗する、請求項 8 の原子炉システム。

10

【請求項 1 3】

前記ラッチハウジングの中に少なくとも部分的に収容されたラッチ機構であって、少なくとも球状部材と、前記球状部材に付勢力を及ぼす付勢部材と、前記付勢力の大きさを調整する止めねじを含むラッチ機構をさらに含む、請求項 8 の原子炉システム。

【請求項 1 4】

前記ラッチハウジングの上方変位を拘束する前記ラッチハウジングの上に配置されたナットをさらに含む、請求項 8 の原子炉システム。

【請求項 1 5】

原子炉炉心を支持する装置であって、

前記原子炉炉心を少なくとも部分的に取り囲む炉心バレルと、

支持プレートと、

前記炉心バレルの外側に配置されてラッチハウジングを含むラッチ集合体と

を含み、

前記ラッチハウジングの第 1 の回転により前記支持プレートが前記炉心バレルに固定的に結合され、

前記ラッチハウジングの第 2 の回転により前記支持プレートが前記炉心バレルから分離され、

前記ラッチハウジングの前記第 1 の回転及び前記第 2 の回転はそれぞれが 180 度未満である、装置。

20

【請求項 1 6】

前記支持プレートは、前記炉心バレルの上に配置された上側支持プレート、又は前記炉心バレルの下に配置された下側支持プレートの少なくとも一方である、請求項 1 5 の装置。

30

【請求項 1 7】

前記ラッチハウジングは第 1 の非対称形状を含み、

前記支持プレートは第 2 の非対称形状を有するアパチャを含み、

前記ラッチハウジングが前記第 2 の回転まで回転されると、前記ラッチハウジングの前記第 1 の非対称形状は前記アパチャの前記第 2 の非対称形状に整合し、

前記ラッチハウジングが前記第 1 の回転まで回転されると、前記ラッチハウジングの前記第 1 の非対称形状は前記アパチャの前記第 2 の非対称形状に反整合する、請求項 1 5 の装置。

40

【請求項 1 8】

前記第 1 の非対称形状と前記第 2 の非対称形状とが整合されると、前記ラッチハウジングが前記支持プレートの前記アパチャによって受容可能となり、

前記第 1 の非対称形状と前記第 2 の非対称形状とが反整合されると、前記ラッチハウジングが前記アパチャによって受容可能とならない、請求項 1 7 の装置。

【請求項 1 9】

前記支持プレートは窪みを含み、

前記窪みは、前記窪みが前記ラッチ集合体の前記ラッチハウジングの下側表面から突出する少なくとも一部を受容するときに前記ラッチハウジングの前記第 2 の回転に抵抗する、

請求項 1 5 の装置。

50

【請求項 20】

前記第 1 の回転又は前記第 2 の回転の少なくとも一方に前記ラッチハウジングを回転させるべく遠隔的に作動される治具をさらに含む、請求項 15 の装置。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本開示は一般に原子炉に関し、詳しくは原子炉システム用の締結具及び結合器に関するが、これらに限定されるわけではない。

【0002】**優先権の主張**

本願は、2015年3月3日に出席された「炉心支持締結具」との名称の米国仮特許出願第62/127608号の利益を主張し、その内容はここに参照として組み入れられる。

【0003】**政府の利益に関する声明**

本発明は、米国エネルギー省(DOE)により表彰される協力協定第DE-NE0000633号を受けた政府支援によりなされた。政府は本発明に一定の権利を有する。

【背景技術】**【0004】**

加圧水型原子炉は核燃料集合体を含む。核燃料集合体は、原子炉モジュールの炉圧力容器内に位置決めされると、フォーマプレートのような補強リブ付きバッフルプレートによって支持される。バッフルプレートは典型的に、核燃料集合体を取り囲んで当該核燃料集合体に対する側方支持を与える。この構造物は典型的に、炉心パレル、バッフル・フォーマ・バッフル集合体、又は炉心シュラウドとも称する。バッフルプレートは、ボルト締め集合体又は溶接集合体のいずれかにおいて組み付けられる。核燃料集合体の鉛直方向の拘束は、上側炉心プレート及び下側炉心プレートによって達成される。いくつかの例において、バッフルプレートは、高速中性子を反射して炉心内に戻すという二次的機能を与える。これらの及び他の関心事のために、以下の開示が与えられる。

【先行技術文献】**【特許文献】****【0005】**

【特許文献1】米国特許出願公開第2003/0135975(A1)号明細書

【特許文献2】特開平04-164292号公報

【特許文献3】米国特許第5265141号明細書

【特許文献4】国際公開第2009/045640号

【特許文献5】米国特許出願公開第2006/0008045(A1)号明細書

【発明の概要】**【0006】**

様々な実施形態が、炉ラッチ集合体に向けられる。ラッチ集合体は、ラッチハウジング及びラッチ機構を含む。ラッチ機構は突起部材を含む。ラッチ機構は、突起部材に付勢力を与える。突起部材への対向力が付勢力を相殺する場合を除き、突起部材は少なくとも部分的に、ラッチハウジングの表面から突出する。いくつかの実施形態において、突起部材は球状部材としてよい。ラッチ集合体はさらに、球状部材に付勢力を及ぼす付勢部材を含む。

【0007】

少なくとも一つの実施形態において、ラッチ集合体はさらに円柱部材を含む。円柱部材は長手方向軸を含む。ラッチハウジングに含まれるボアは、円柱部材を受容するサイズとされる。ボアが円柱部材を受容するとき、ラッチハウジングは、円柱部材の長手方向軸まわりに回転可能である。円柱部材はボルトとしてよい。ラッチ機構はさらに、突起部材と

10

20

30

40

50

、突起部材に付勢力を及ぼす付勢部材と、突起部材及び付勢部材間のディスクとを受容する側部ボアを含む。

【0008】

いくつかの実施形態において、ラッチ機構はさらに、突起部材に付勢力を及ぼす付勢部材を含む。ラッチ機構はまた、付勢部材への予荷重を調整することにより付勢力の調整を可能とする調整部材を含み得る。調整部材は止めねじとしてよい。ラッチ集合体はナット及びワッシャを含んでよい。ワッシャは、ナット及びラッチハウジング間に配置される。ワッシャは、ラッチハウジングの回転を、ナットの回転から分離する。

【0009】

少なくとも一つの実施形態において、突起部材が少なくとも部分的にラッチハウジングから突出することにより突起部材が他の表面に隣接して配置される場合、突起部材は、付勢力の少なくとも一部を当該他の表面に伝達する。付勢力の伝達により、摩擦トルクがもたらされる。ラッチハウジングの表面を実質的に横切る回転軸まわりにラッチハウジングを回転させるには、摩擦トルクに打ち勝つ最小トルクをラッチハウジングに及ぼさなければならない。

【0010】

いくつかの実施形態は、原子炉システムに向けられる。原子炉システムは、支持プレート及びラッチ集合体を含み得る。支持プレートは、支持プレートの周縁を一般に径方向に超えて延びるフランジを含む。フランジは、長手方向アパチャ軸を有するアパチャを含む。ラッチ集合体は、長手方向ラッチ軸を有するラッチハウジングを含む。ラッチハウジングはフランジの上に配置される。ラッチハウジングは、少なくとも第1及び第2の回転配向をのために構成及び配列することができる。ラッチハウジングが第1の回転配向にあると、長手方向ラッチ軸は、フランジの長手方向アパチャ軸に実質的に整合する。さらに、ラッチハウジングはフランジのアパチャを貫通して受容可能となるので、ラッチハウジングは支持プレートの上方変位を拘束することがなくなる。対照的に、ラッチハウジングが第2の回転配向にあると、長手方向ラッチ軸は、長手方向アパチャ軸を実質的に横切る。さらに、ラッチハウジングはフランジを貫通して受容可能とならないので、ラッチハウジングは支持プレートの上方変位を拘束する。

【0011】

いくつかの実施形態において、システムはさらに炉心バレルを含む。炉心バレルは、炉心バレルの周縁を一般に径方向に超えて延びる支持ブロックを含む。支持プレートのフランジは、鉛直方向において支持ブロックとラッチハウジングとの間に配置される。支持ブロックは、支持プレート下方変位を拘束する。ラッチハウジングが第1の回転配向にあると、支持プレートは炉心バレルに対して固定及び/又はロックされる。

【0012】

様々な実施形態において、ラッチ集合体はさらに細長部材を含む。細長部材は、フランジ、及びラッチハウジングの主要ボアを貫通して延びる。ラッチハウジングは、細長部材まわりに第1の回転配向と第2の回転配向との間で回転する。細長部材はボルトとしてよい。ラッチハウジングの第1の回転配向と第2の回転配向との相対角度差は、ほぼ90度としてよい。

【0013】

少なくとも一つの実施形態において、フランジの上側表面は窪みを含む。ラッチハウジングが第2の回転配向にあると、窪みは、ラッチ機構の、ラッチハウジングの下側表面から突出する少なくとも一部を受容する。ラッチ機構の、ラッチハウジングの下側表面から突出する当該一部は、窪みに受容されると、ラッチハウジングが第2の回転配向から離れるように回転することに抵抗する。様々な実施形態において、システムはさらにラッチ機構を含む。ラッチ機構は、少なくとも部分的にラッチハウジングに収容される。ラッチ機構は少なくとも、球状部材と、球状部材へと付勢力を及ぼす付勢部材と、付勢力の大きさを調整する止めねじとを含む。止めねじは、調整機構としてよい。一つのシステムもまた、ラッチハウジングの上に配置されたナットを含み得る。ナットは、ラッチハウジングの

10

20

30

40

50

上方変位を拘束する。

【0014】

いくつかの実施形態は、原子炉炉心を支持する装置に向けられる。装置は、炉心バレル、支持プレート及びラッチ集合体を含む。炉心バレルは少なくとも部分的に原子炉炉心を取り囲む。ラッチ集合体はラッチハウジングを含む。ラッチハウジングの第1の回転により、支持プレートが炉心バレルに結合される。ラッチハウジングの第2の回転により、支持プレートが炉心バレルから分離される。ラッチハウジングの第1の回転及び第2の回転はそれぞれ、180度未満である。

【0015】

少なくとも一つの実施形態において、支持プレートは、炉心バレルの上に位置決めされた上側支持プレートである。他の実施形態において、支持プレートは、炉心バレルの下に位置決めされた下側支持プレートである。ラッチハウジングは第1の非対称形状を含む。支持プレートは、第2の非対称形状を有するアパチャを含む。ラッチハウジングが第2の回転へと回転されると、ラッチハウジングの第1の非対称形状が、アパチャの第2の非対称形状に整合する。ラッチハウジングが第1の回転へと回転されると、ラッチハウジングの第1の非対称形状は、アパチャの第2の非対称形状に反整合となる。

10

【0016】

第1及び第2の非対称形状が整合すると、ラッチハウジングは、支持プレートのアパチャによって受容可能となる。第1及び第2の非対称形状が反整合となると、ラッチハウジングはアパチャに受容可能とならない。支持プレートは、ラッチハウジングの第2の回転に抵抗する窪みを含み得る。炉心バレルは支持ブロックを含む。支持プレートの一部は、鉛直方向においてラッチハウジングと支持ブロックとの間に存在する。少なくとも一つの実施形態において、装置は治具を含む。治具は、第1の回転又は第2の回転の少なくとも一方にラッチハウジングを回転させるように遠隔的に作動される。

20

【図面の簡単な説明】

【0017】

本発明の好ましい及び代替の例が、以下の図面を参照して以下に詳細に説明される。

【0018】

【図1】原子炉システムの典型的実施形態を例示する模式的な図である。

【図2A】原子炉システムの一部における循環経路の側面図を示す模式的な図である。

30

【図2B】図2Aの原子炉システムの一部における循環経路の平面図を示す模式的な図である。

【図3A】複数のラッチ集合体を含みかつ様々な実施形態に整合する原子炉システムの、他の実施形態の長手方向断面を軸外から見た図を例示する。

【図3B】図3Aの原子炉システムの長手方向断面を断面から見た図を例示する。

【図3C】図3A～3Bの原子炉システムの平面図を例示する。

【図3D】上側又は下側支持ブロックに対応する上側又は下側支持プレートのフランジを結合及びロックするラッチ集合体の断面図を示す。

【図3E】図3Dのラッチ集合体及び支持ブロックの断面図を例示する。

【図3F】図3D及び3Eのラッチ集合体の拡大側面図を例示する。

40

【発明を実施するための形態】

【0019】

以下では、様々な実施形態が、本発明を実施することができる特定の実施形態を例示の態様によって示す添付図面を参照して十分に記載される。しかしながら、その実施形態は、多くの異なる形態で具体化することができるので、ここに記載の実施形態に限定されるものと解釈するべきではない。とりわけ、様々な実施形態は、方法、システム、媒体又はデバイスとすることができる。したがって、以下の詳細な説明は、限定とするべきではない。

【0020】

明細書及び特許請求の範囲の全体にわたり、以下の用語は、文脈上そうではないことが

50

明確に指示される場合を除き、ここに明示的に関連付けられた意味を有する。「ここに」との用語は、本願に関連付けられた明細書、特許請求の範囲、及び図面を言及する。ここに使用される「一つの実施形態において」との言い回しは、必ずしも同じ実施形態を言及するわけではないが、その可能性もある。さらに、ここに使用される「他の実施形態において」との言い回しは、必ずしも異なる実施形態を言及するわけではないが、その可能性もある。すなわち、以下に説明されるように、本発明の様々な実施形態は、本発明の範囲又は要旨から逸脱することなく容易に組み合わせることができる。

【0021】

加えて、ここに使用されるように、「又は」及び「若しくは」との用語は、論理作用素「OR」であり、文脈上そうでないことが明確に指示される場合を除き「及び／又は」と同等である。用語「に基づいて」は、排他的ではなく、文脈上そうでないことが明確に指示される場合を除き、記載されていない付加的要素に基づくことを許容する。

【0022】

本開示は、一以上の原子炉システムのための支持構造の実施形態を記載する。様々な実施形態において、支持構造は、支持構造の複数の構成部品を結合する一以上のラッチ集合体を含み得る。支持構造は、炉心バレル、上側支持プレート及び下側支持プレートとともに、他の構成部品も含み得る。いくつかの実施形態において、ラッチ集合体は、ロック状態とロック解除状態との間で遷移させることができる。ロック状態にある場合、ラッチ集合体は、2つ以上の構成部品を結合及びロックする。少なくとも一つの実施形態において、ロック状態にある場合、ラッチ集合体は、支持プレートを炉心バレルに結合及びロックする。ラッチ集合体は、ラッチ集合体のラッチハウジングを360度未満回転させることにより、ロック状態とロック解除状態との間で遷移させることができる。少なくとも一つの実施形態において、ラッチ集合体は、ラッチハウジングをほぼ90度回転させることにより、ロック状態とロック解除状態との間で遷移させることができる。ラッチ集合体は、ロック位置のままとなるように付勢することができる。すなわち、ラッチ集合体をロック解除状態に戻るように遷移させるには、最小トルクが必要となる。かかる付勢により、ロック状態からロック解除状態への、意図しない遷移の可能性が低減される。いくつかの実施形態において、ラッチ集合体の一部が、ロック位置において原子炉システムの一部と干渉するように付勢される。

【0023】

様々な実施形態は、ここに記載される特徴の、ゼロ、一つ、いくつか又はすべてを任意の組み合わせで含み得る。少なくとも上述の付勢ゆえに、ラッチ集合体は、地震事象により生じる荷重のような、ただしこれに限られない大きな荷重のもとでもロック状態のままとなり得る。さらに、ラッチ集合体は、燃料交換停止中の炉心への効率的なアクセスを容易にすることができる。すなわち、ラッチ集合体の様々な実施形態は、ボルト、ねじ等のような締結具のような、ただしこれらに限られない従来型締結具よりも効率的となり得る。締結具は、ねじ式締結具としてよい。いくつかの実施形態において、ラッチ集合体により、定期検査のために炉システム構成部品を効率的に取り外すことが容易となる。したがって、ラッチ集合体は、従来型締結具よりも効率的となり得る。

【0024】

ラッチ集合体の様々な実施形態によれば、2つ以上の炉システム構成部品を結合するのに必要な締結具の数が減る。例えば、少なくとも一つの実施形態において、2つ以上の炉システム構成部品を結合するべく4つのラッチ集合体を用いることができる。

【0025】

少なくともいくつかの実施形態において、ラッチ集合体は、相対的に物理的に小さな構成部品を含み得る。したがって、ここに記載されるラッチ集合体の様々な実施形態は、一次冷却材のような、ただしこれに限られない炉冷却材の流れへの影響を最小限のみにする。例えば、炉心支持集合体の外部で炉心支持構成部品を結合しても、ラッチ集合体は、炉心の内部流路を通る一次冷却材の流れの阻止を低減する。ラッチ集合体の様々な実施形態は、例えば、炉容器と炉心バレルとの間に常駐できるほど十分小さくなることにより、炉

心支持集合体と炉圧力容器との間のアニユラスにおける一次冷却材の流れの阻止を低減することができる。ラッチ集合体により、炉心支持集合体の構成部品を、低減された数のラッチ集合体によって結合することが可能となる。例えば、8つのラッチ集合体を用いることによって2つの構成部品を固定的に結合することができる。いくつかの実施形態において、ラッチ集合体は、遠隔的に作動させることができる。すなわち、炉心支持集合体の分解を、自動化された治具又はドライバを必要とすることなしに、一以上のラッチ集合体をロック解除位置へと遷移させることによって行うことができる。

【0026】

本明細書に記載の主題の一以上の実装が、添付図面及び以下の説明に記載される。本主題の他の特徴、側面及び利点が、その記載、図面及び特許請求の範囲から明らかとなる。

10

【0027】

図1は、炉心支持集合体25及び中性子反射体15を含む原子炉システム100（原子炉）の模式的な図である。いくつかの実施形態において、原子炉システム100は商用発電加圧水型原子炉である。これは、一次冷却材40の自然循環を利用して炉心20を冷却し、一以上の熱交換器50、60を通して炉心20から二次冷却材へと熱を伝達する。二次冷却材への熱伝達により、蒸気又は過熱蒸気を生成することができる。様々な実施形態において、二次冷却材は少なくとも水を含み得る。蒸気は、蒸気タービンのような、ただしこれに限られない発電機器を駆動することができる。エネルギーを発電機器に伝達するとき、二次冷却材は凝縮され、再加熱のため炉心20に戻される。いくつかの実施形態において、炉心支持集合体25は、図2Aのラッチ集合体219、又は図3A～3Fのラッチ集合体319のような、ただしこれらに限られない一以上のラッチ集合体を含み得る。ラッチ集合体の様々な実施形態は、炉心支持集合体25のような、ただしこれに限られない原子炉システム100の一以上の構成部品を機械的に結合する。したがって、ラッチ集合体は結合器としてよい。少なくとも一つの実施形態において、ラッチ集合体は締結具である。

20

【0028】

図1の原子炉システム100に関し、炉心20は、円筒形状又はカプセル形状の炉容器70の底部に位置決めされる。様々な実施形態において、炉心20は、複数の核燃料集合体、及び複数の制御棒を含む。核燃料集合体は核分裂性物質を含む。核分裂性物質は、核燃料集合体と制御棒とが十分離れて位置決めされる場合、核分裂反応のような、ただしこれに限られない原子核反応を受け得る。このように、制御棒の位置を能動的に制御することにより、少なくとも原子核反応速度、すなわち発電速度を制御することができる。

30

【0029】

いくつかの実施形態において、原子炉システム100の動作は少なくとも部分的に受動的動作である。例えば、原子炉システム100は、一次冷却材を循環させる循環ポンプを欠く場合がある。むしろ、原子炉システム100は、原子炉システム100の安全な動作が、少なくとも所定の時間、操作員の介入又は監視なしに通常運転及び緊急状態中に保持されることを確保するべく、少なくとも部分的に物理法則を利用することができる。例えば、少なくとも一次冷却材40の流れは、対流によって駆動することができる。

【0030】

40

円筒形状又はカプセル形状の格納容器10が炉容器70を取り囲み、水ライン90の下のような炉プールの中に部分的に又は完全に浸漬される。図1に示されるように、いくつかの実施形態において、水ライン90は、炉ベイ5の頂面35又はその直下としてよい。炉容器70と格納容器10との間の容積は、炉容器70から炉プールへの熱伝達を低減するべく部分的に又は完全に真空にされる。しかしながら、他の実施形態において、炉容器70と格納容器10との間の容積は少なくとも部分的に、炉容器70と格納容器10との間の熱伝達を増加させる気体又は液体（又はその双方）が充填されてよい。炉容器70は、一次冷却材40を冷却材ライン80まで収容することができる。

【0031】

図1に示される実施形態において、炉心20は、水のような、ただしこれに限られない

50

液体の中に浸漬される。液体は、ホウ素又は他の添加物を含み得る。炉心 20 の中の又は炉心 20 に隣接する一次冷却材 40 は、炉心 20 が発生した熱を介して加熱される。加熱された一次冷却材 40 は、炉心 20 の表面に接触した後、一般に上方へと流れ、対流によりチャネル 30 へと向かう。加熱された一次冷却材 40 が一般に上方に流れることは、ライザーのチャネル 30 内に位置する一次冷却材 40 の中の矢印によって表される。一次冷却材 40 は、熱を熱交換器 50 及び 60 に与え、熱交換器 50 及び 60 を経由して移動するときに冷却される。熱交換器 50 及び 60 の頂部から出た後、冷却された一次冷却材 40 は、一般に下方向に流れ、主に密度差により炉容器 70 の内壁に沿って駆動される。一次冷却材 40 のそのような対流により、一次冷却材 40 から熱交換器 50 及び 60 への熱交換が可能となる。炉容器 70 の底部に到達すると、一次冷却材 40 は再び炉心 20 と熱接触し、再加熱される。再加熱された一次冷却材 40 は再び、一般にチャネル 30 を通って上方へと流れ、対流サイクルを続ける。熱交換器 50 及び 60 は図 1 において 2 つの別個の要素として示されるが、熱交換器 50 及び 60 は、ライザーの少なくとも一部まわりに巻かれたらせんコイルのような、ただしこれに限られない任意数のコイルを表してよい。

10

【0032】

上記説明をまとめると、原子炉システム 100 の通常運転は、加熱された一次冷却材 40 が、ライザーの中のチャネル 30 を通って上昇して熱交換器 50 及び 60 と熱接触をする態様で進行する。熱交換器 50 及び 60 との熱接触のとき、一次冷却材 40 は、その熱エネルギーの少なくとも一部を熱交換器 50 及び 60 へと与え、ある程度の冷却をする。ある程度の冷却がされた一次冷却材 40 は、炉容器 70 の底に向かって沈む。図 1 に示される典型的実施形態において、炉容器 70 内の一次冷却材 40 は、大気圧を上回る圧力のままなので、冷却材は気化又は沸騰することなく高温に維持することができる。

20

【0033】

熱交換器 50 及び 60 内の二次冷却材（図示せず）は、一次冷却材 40 から熱交換器 50 及び 60 へと与えられた熱エネルギーを介して加熱される。熱交換器 50 及び 60 内の加熱された二次冷却材は、沸騰又は気化し始める。二次冷却材の沸騰により発生した蒸気は、蒸気の熱エネルギーを電気エネルギーに変換する一以上のタービンを駆動するべく使用することができる。凝縮後、二次冷却材は、熱交換器 50 及び 60 の基部近くの場所へと戻る。

30

【0034】

炉心支持集合体 25 の様々な実施形態は、炉心 20 における燃料集合体の軸方向（又は鉛直方向）支持を与える。軸方向支持は、燃料集合体の頂部、底部又は両端に与えることができる。炉心支持集合体 25 は、炉心 20 における燃料集合体を、炉心支持集合体 25 の頂端及び底端それぞれに隣接して取り付けられた上側及び下側支持プレートを介して鉛直方向に拘束する。燃料集合体の側方の拘束は、炉心 20 を取り囲む炉心支持集合体 25 の中実又は半中実の壁によって達成される。炉心支持集合体 25 は一般に、通常運転時と、地震事象のような緊急事象時との双方において炉心 20 における燃料集合体を拘束する。

【0035】

図 1 に示される実施形態において、反射体 15 と炉容器 70 との間のダウンカマー領域が、一次冷却材 40 の流路を与え得る。少なくとも対流ゆえに、容器 70 の頂部にあった加熱された一次冷却材 40 は、ライザーと炉容器 70 との間のアニュラスの中を、容器 70 の底端に向かって下方に流れることができる。流路は、まだ炉心 20 を通して再循環されていない一次冷却材 40 を、反射体 15 を冷却するべく反射体 15 の少なくとも一表面に対流接触するように導く。

40

【0036】

反射体 15 又は炉心支持集合体 25 は、単独又は組み合わせのいずれかで、構造的な支持を与えるとともに、燃料集合体、制御棒集合体及び炉心内計装の鉛直方向の配向安定性を与えることができる。さらに、反射体 15 又は炉心支持集合体 25 の一以上は、一次冷

50

却材 40 に浸漬されかつ運転中の炉心に近接又は隣接する場合に少なくとも 60 年の平均故障時間 (MTTF) を含み得る。したがって、反射体 15 又は炉心支持集合体 25 の少なくとも一方は、放射線に対して抵抗性及び / 又は耐性となり得る。

【0037】

さらに、反射体 15 又は炉心支持集合体 25 の少なくとも一方は、少なくとも図 1 に示されるように、閉じた自然循環回路を形成する一方で、受動的対流循環のもとで運転される原子炉システム 100 における流れ抵抗を最小限にするように構成及び配列することができる。いくつかの実施形態において、一次冷却材 40 の熱伝達は、受動的対流循環の主要駆動力となる。少なくとも一つの実施形態において、受動的対流循環は、原子炉システム 100 内の一つ又は複数のポンプによる支援を受けない。反射体 15 又は炉心支持集合体 25 の少なくとも一方は、炉心 20 において発生した中性子を炉心 20 に向けて少なくとも部分的に後方散乱するとともに、炉容器 70 及び格納容器 10 のための中性子及び / 又はガンマ線遮蔽を与えることができる。

10

【0038】

図 2A は、原子炉システム 200 の一部における循環経路の側面図を示す模式的な図である。図 2B は、図 2A の原子炉システム 200 の一部における循環経路の平面図を示す模式的な図である。図 2A ~ 2B の原子炉システム 200 は、図 1 の原子炉システム 100 と同様の特徴を含み得る。例えば、図 2A ~ 2B に示される原子炉システム 200 の一部は、図 1 の原子炉システム 100 に含まれてよく、又は他の原子炉システムに含まれてよい。原子炉システム 100 と同様、原子炉システム 200 も、少なくとも一次冷却材 250 の受動的対流循環を用いることができる。

20

【0039】

原子炉システム 200 の様々な実施形態はラッチ集合体 219 を含む。ラッチ集合体 219 は、遠隔的に作動される治具 290 を介して遠隔的に操作することができる。原子炉システム 200 は、炉容器 210 の頂端から炉容器 210 底端に向かうように一般に下方に受動的対流循環を行う一次冷却材 250 の流れを含む。一次冷却材 250 のこのような対流を、少なくとも図 1 の原子炉システム 100 に関連して説明する。一般に下方に向かう一次冷却材 250 の流れにより、反射体 215 の冷却が可能となる。反射体 215 は、炉心 220 に隣接して及び / 又は炉心 220 まわりに位置決めすることができる。図 1 の炉心 20 と同様に、原子炉システム 200 の炉心 220 も核燃料集合体を収容する。

30

【0040】

原子炉システム 200 は、図 1 の炉心支持集合体 25 のような、ただしこれに限られない炉心支持集合体を含む。炉心支持集合体は上側支持プレート 205 を含む。上側支持プレート 205 は、炉心 220、及び図 1 のライザーのような、ただしこれに限られないライザーの頂端の上に位置決めされる。炉心支持集合体の様々な実施形態は、炉心 220 の下に位置決めされた下側支持プレート 225 を含み得る。例えば、下側支持プレート 225 は、炉心 220 の底端の下に位置決めすることができる。下側支持プレート 225 は、炉容器 210 の内側表面の周縁まわりに延びるサイズにすることができる。炉容器 210 は、図 1 の炉容器 70 と同様の特徴を含み得る。

【0041】

炉心支持集合体は、炉容器 210 の内側表面に隣接するように位置決めされた炉心バレル 230 を含み得る。炉心バレル 230 及び炉容器 210 の構成により、炉心バレル 230 と炉容器 210 の内側表面との間に相対的に小さなアニユラス (図 2B に外側アニユラス 255 として示される) が画定される。上側支持プレート 205、下側支持プレート 225 及び炉心バレル 230 は、単独又は組み合わせのいずれかで、炉心 220 に対する軸方向及び / 又は側方の少なくとも一方の支持を与える。支持は、原子炉システム 200 の通常運転時とともに、地震事象のような緊急事象時にも与えることができる。

40

【0042】

上側及び / 又は下側支持プレート 205 / 225 の一以上が、上側及び / 又は下側支持 205 / 225 を通した流体連通を可能にするための複数の孔、チャネル又はアパチャの

50

少なくとも一つを含み得る。典型的実施形態において、上側及び下側支持プレート 205 / 225 それぞれにおける複数のアパチャにより、支持プレートを通る一次冷却材 250 の流れが可能となる。図 2 A に例示されるように、一次冷却材 250 は、反射体 215 と炉心バレル 230 との間のアニュラス (図 2 B において内側アニュラス 245 として示される) の中を下方に対流循環される。少なくとも部分的には炉容器 210 の、外側に膨らんだ底部ゆえに、一次冷却材 250 は、容器 210 の中心に再び向けられ、炉心 220 を通って上方へと向かう。一次冷却材 250 が炉心 220 を通って上方へと向かうと、炉心 220 内で進行中の核分裂反応から発生した熱エネルギーを介して、熱が一次冷却材 250 に伝達される。上述のように、一次冷却材 250 へと与えられた熱の少なくとも一部がその後、原子炉システム 100 の熱交換器 50 及び 60 のような、ただしこれらに限られない熱交換器の中を循環する二次冷却材へと伝達される。図 2 A ~ 2 B には図示しないが、かかる熱交換器は、図 1 に関連して説明されるように、原子炉システム 200 のライザーに隣接して取り付けることができる。

10

【0043】

様々な実施形態において、反射体 215 が炉心 220 を取り囲み、炉心 220 から漏洩する中性子を後方散乱させる。かかる後方散乱により、中性子は反射されて炉心 220 へと戻る。少なくとも部分的にはこうした炉心 220 内で解放された中性子との原子核反応ゆえに、反射体 215 は加熱され得る。すなわち、反射体 215 は冷却を必要とする。反射体 215 の内面 235 は少なくとも部分的に、炉心 220 を通る一次冷却材 250 の一般に上方の流れによって冷却される。反射体 215 の外面 240 は少なくとも部分的に、反射体 215 と炉心バレル 230 との間にある内側アニュラス 245 内の一次冷却材 250 の一般に下方の流れによって冷却される。

20

【0044】

図 2 A に示されるように、一次冷却材 250 の流れの少なくとも実質的部分の全体が、炉心 220 を通るように循環され、炉心 220 をバイパスすることなしに反射体 215 を通るように流れる。すなわち、一次冷却材 250 の、内側アニュラス 245 内の一般に下方の流れと、炉心 220 内の一般に上方の流れとにより、反射体 215 の冷却のすべて又は少なくとも実質的部分が与えられる。上述のように、一次冷却材 250 の一般に下方に向かう流れが、反射体 215 の外面 240 を冷却する。一次冷却材 250 の一般に下方に向かう流れは、反射体 215 の内面 235 を冷却する。

30

【0045】

様々な実施形態において、一以上のラッチ集合体 219 が、上側支持プレート 205 を炉心バレル 230 及び / 又は炉心 220 に結合するべく用いられる。単一のラッチ集合体 219 のみが図 2 A に示されるが、他の実施形態はそれに限られず、多数のラッチ集合体を、上側支持プレート 205 を炉心バレル 230 に結合するように用いてよい。少なくとも一つの実施形態において、2つのラッチ集合体が用いられる一方、他の実施形態においては、4つ、6つ又は8つのラッチ集合体が用いられる。いくつかの実施形態において、上側支持プレート 205 を炉心バレル 230 に結合するべく3つの上側ラッチ集合体が、上側支持プレート 205 まわりに位置決めされる。したがって、ラッチ集合体 219 は結合器としてよい。いくつかの実施形態において、ラッチ集合体 219 は締結具である。

40

【0046】

典型的だが非制限的な実施形態の原子炉システム 200 には図示しないが、ラッチ集合体 219 のような、ただしこれに限られない一以上のラッチ集合体が、下側プレート 225 を炉心バレル 230 に結合するべく用いられる。例えば、一以上の下側ラッチ集合体を、下側支持プレート 225 を炉心 220 に結合するべく下側支持プレート 225 まわりに位置決めすることができる。上側ラッチ集合体と同様、用いられる下側ラッチ集合体の数は変わり得る。上述のように、一以上の上側及び下側ラッチ集合体はそれぞれを、遠隔作動治具 290 のような、ただしこれに限られない遠隔作動治具を介して遠隔操作することができる。

【0047】

50

ラッチ集合体の動作は、ラッチ集合体のロック及び／又はロック解除を含み得る。例えば、ラッチ集合体 2 1 9 がロック解除状態にあると、上側支持プレート 2 0 5 は、炉心バレル 2 3 0 及び／又は炉心 2 2 0 から結合解除される。同様に、ラッチ集合体 2 1 9 がロック状態になると、上側支持プレート 2 0 5 は炉心バレル 2 3 0 に結合される。図 3 A ~ 3 F に関連して説明されるように、一以上のラッチ集合体は、ラッチ集合体の一部の 3 6 0 度未満の回転のような、ただしこれに限られない回転を介して動作させることができる。典型的実施形態において、ラッチ集合体 2 1 9 がロック解除状態からロック状態へと遷移するのは、ラッチ集合体 2 1 9 の回転部分の完全回転未満の回転を介して行うことができる。他の実施形態において、ラッチ集合体 2 1 9 をロック解除状態からロック状態へと遷移させるのに、一以上の完全回転を要するようにもできる。かかる実施形態において、ラッチ集合体 2 1 9 の回転部分は、少なくともねじ式締結具を含み得る。

10

【 0 0 4 8 】

作動治具 2 9 0 の少なくとも一部は、炉プール内の、図 1 の水ライン 9 0 よりも上から位置決めすることができる。作動治具 2 9 0 は、図 1 の格納容器 1 0 及び炉容器 7 0 の中に位置決めすることができる。かかる実施形態において、作動治具 2 9 0 は、ラッチ集合体 2 1 9 のロック状態とロック解除状態との間の遷移を含むがこれに限られないラッチ集合体 2 1 9 の操作を行うべく用いられる。様々な実施形態において、作動治具 2 9 0 は、原子炉システム 2 0 0 の他の部分を分解することなくラッチ集合体 2 1 9 に係合するように構成及び配列することができる。いくつかの実施形態において、作動治具 2 9 0 は、原子炉システム 2 0 0 の他の部分を最小限にのみ分解してラッチ集合体 2 1 9 に係合するように構成及び配列することができる。したがって、ラッチ集合体 2 1 9 は、炉プール、又は図 1 の炉容器 7 0 に封入された一次冷却材を排出することなしに、作動治具 2 9 0 を介して作動させることができる。

20

【 0 0 4 9 】

図 3 A は、複数のラッチ集合体 3 1 9 を含みかつ様々な実施形態に整合する原子炉システム 3 0 0 の、他の実施形態の長手方向断面を軸外から見た図を例示する。図 3 B は、図 3 A の原子炉システム 3 0 0 の長手方向断面の側面図を例示する。図 3 C は、図 3 A ~ 3 B の原子炉システム 3 0 0 の平面図を例示する。原子炉システム 3 0 0 は、図 1 の原子炉システム 1 0 0、又は図 2 A ~ 2 B の原子炉システム 2 0 0 の少なくとも一方と同様の特徴を含み得る。

30

【 0 0 5 0 】

原子炉システム 3 0 0 は、炉心バレル 3 1 8、反射体ブロック 3 2 3 ~ 3 2 5、下側支持プレート 3 2 6 又は上側支持プレート 3 2 8 の少なくとも一つを含む。いくつかの実施形態において、下側支持プレート 3 2 6 は下側炉心プレートを含み得る。原子炉システム 3 0 0 は、複数の上側ラッチ集合体 3 1 9、及び複数の下側ラッチ集合体 3 1 9 を含む。上側ラッチ集合体 3 1 9 は、上側支持プレート 3 2 8 を炉心バレル 3 1 8 に選択的に結合及びロックする。同様に、下側ラッチ集合体は、下側支持プレート 3 2 6 を炉心バレル 3 1 8 に選択的に結合及びロックする。

【 0 0 5 1 】

図 3 A ~ 3 C には図示しないが、少なくとも原子炉システム 1 0 0 及び原子炉システム 2 0 0 と同様、原子炉システム 3 0 0 も、図 1 の原子炉容器 7 0、又は図 2 の炉容器 2 1 0 のような、ただしこれらに限られない炉容器を含む。原子炉容器は、炉心バレル 3 1 8、反射体ブロック 3 2 3 ~ 3 2 5、下側支持プレート 3 2 6 又は上側支持プレート 3 2 8 の一以上を収容することができる。原子炉システム 3 0 0 は、原子炉システム 1 0 0 及び／又は 2 0 0 の反射体 1 5 及び／又は反射体 2 1 5 それぞれののような、ただしこれらに限られない反射体を含み得る。反射体は反射体ブロック 3 2 3 ~ 3 2 5 を含み得る。下側支持プレート 3 2 6 は、複数の下側支持ポスト 3 2 7 を含み得る。少なくとも一つの実施形態において、下側支持ポスト 3 2 7 は、共有燃料ピンとしてよい。いくつかの実施形態は、下側支持プレート 3 2 6 の下側支持ポスト 3 2 7 に類似する上側支持プレート 3 2 8 の上側支持ポストを含み得る。いくつかの実施形態において、炉心バレル 3 1 8 は、少なく

40

50

とも部分的に上側支持プレート 3 2 8 を支持する。一以上の反射体ブロック 3 2 3 ~ 3 2 5 は、上側支持プレート 3 2 8 及び / 又は下側支持プレート 3 2 6 に対し、少なくとも部分的な長手方向及び / 又は側方の支持を与えることができる。

【 0 0 5 2 】

様々な実施形態において、上側支持プレート 3 2 8 は、一以上の上側ラッチ集合体 3 1 9 を介して複数の上側支持ブロック 3 2 0 に結合される。図 3 A ~ 3 C に示される典型的実施形態において、上側支持プレート 3 2 8 は、一以上の上側ラッチ集合体 3 1 9 を介して上側支持ブロック 3 2 0 (及びひいては炉心バレル 3 1 8) に選択的に結合及びロックされる。上側支持ブロック 3 2 0 は、溶接、ボルト締め又は他の結合技術を介して永続的に炉心バレル 3 1 8 に結合することができる。したがって、上側支持プレート 3 2 8 は、上側支持ブロック 3 2 0 を介して炉心バレル 3 1 8 に結合される。上側支持プレート 3 2 8 は、フランジ 3 2 9 のような、ただしこれに限られない一以上のフランジを含み得る。フランジ 3 2 9 は、上側支持ブロック 3 2 0 の頂面の上方に延びる。上側ラッチ集合体 3 1 9 がフランジ 3 2 9 を上側支持ブロック 3 2 0 に結合するとき、上側炉心プレート 3 2 8 は、上側支持ブロック 3 2 0 及び炉心バレル 3 1 8 に固定される。

【 0 0 5 3 】

典型的だが非制限的な実施形態において、原子炉システム 3 0 0 は、一以上の下側炉心支持ブロック 3 2 1 を含む。いくつかの実施形態において、下側炉心支持ブロック 3 2 1 は、一以上の炉心支持ブロックを含み得る。下側支持プレート 3 2 6 は、一以上の下側ラッチ集合体 3 1 9 を介して、下側炉心支持ブロック 3 2 1 (及びひいては炉容器) に選択的に結合及びロックされる。下側炉心支持ブロック 3 2 1 は、溶接又は他の結合技術を介して、少なくとも図 1 に示される構成のような、原子炉システム 3 0 0 の炉心を収容する炉容器の下側部分に永続的に結合することができる。下側炉心支持ブロック 3 2 1 は、下側炉心プレート 3 2 6 から炉容器へと側方荷重及び圧縮荷重を伝達する。図 3 A に示されるのは一つの下側支持ブロック 3 2 1 のみであるが、他の実施形態はそれに制約されず、複数の下側支持ブロックを含み得る。例えば、原子炉システムは、複数の下側ラッチ集合体 3 1 9 を介して下側支持プレート 3 2 6 に結合された複数の下側支持ブロックを含み得る。

【 0 0 5 4 】

上側及び下側支持プレート 3 2 8 及び 3 2 6 はそれぞれ、上側又は下側支持プレート 3 2 8 / 3 2 6 の周縁を超えて一般に径方向に延びる複数のフランジを含み得る。ここに記載されるように、径方向との用語は、湾曲表面の曲率の局所半径の方向に一般に平行な方向を言及する。いくつかの実施形態において、フランジ 3 2 9 は、上側支持プレート 3 2 8 の周縁から離れるように側方に延びる。図 3 C の平面図に示されるように、上側支持プレート 3 2 8 が炉心バレル 3 1 8 の上にある場合、上側支持プレート 3 2 8 のフランジ 3 2 9 は、炉心バレル 3 1 8 の周縁を超えて一般に径方向に延びる。図 3 C は、4 つの上側ラッチ集合体 3 1 9 を介して炉心バレル 3 1 8 の 4 つの上側支持ブロック 3 2 0 に結合された 4 つのフランジ 3 2 9 を示すが、他の実施形態はそれに限られない。例えば、4 つを超える又は 4 つ未満のフランジが、上側支持プレート 3 2 8 から径方向に延びてよい。様々な実施形態において、フランジの数は、上側支持プレート 3 2 8 を炉心バレル 3 1 8 に結合する結合箇所の数に等しい。結合箇所数は、原子炉システム 3 0 0 への予測される静的及び / 又は動的な動作荷重、並びに地震事象による地震荷重のような破局的荷重の少なくとも一つに基づき得る。

【 0 0 5 5 】

図 3 D ~ 3 F は、支持プレートのフランジ 3 2 9 を炉心バレルの支持ブロック 3 2 0 に結合するラッチ集合体 3 1 9 の様々な実施形態及び図を例示する。図 3 D ~ 3 F に示されるラッチ集合体 3 1 9 は、図 2 A のラッチ集合体 2 1 9、又は図 3 A ~ 3 C の上側及び下側ラッチ集合体 3 1 9 を含むがこれらに限られない、ここに記載されるラッチ集合体のいずれかと同様の特徴を含み得る。図 3 D は、上側又は下側支持ブロック 3 2 0 に対応する上側又は下側支持プレートのフランジ 3 2 9 を結合及びロックするラッチ集合体 3 1 9 の

側面図を示す。図 3 E は、図 3 D のラッチ集合体 3 1 9 及び支持ブロック 3 2 0 の側面図を例示する。図 3 F は、図 3 D 及び 3 E のラッチ集合体 3 1 9 の拡大側面図を例示する。図 3 C ~ 3 F のラッチ集合体 3 1 9 は、図 1、2 A ~ 2 B、及び 3 A ~ 3 C それぞれの原子炉システム 1 0 0、2 0 0 又は 3 0 0 のいずれかに含めてよい。図 3 D ~ 3 F のラッチ集合体 3 1 9 は、ここに記載される上側又は下側ラッチ集合体としてよい。したがって、図 3 D ~ 3 F の支持ブロック 3 2 0 は、図 3 A の下側支持ブロック 3 2 1 又は上側支持ブロック 3 2 0 のような、ただしこれらに限られない下側又は上側支持ブロックとしてよい。フランジ 3 2 9 は、図 3 A の上側支持プレート 3 2 8 又は下側支持プレート 3 2 6 のような、ただしこれらに限られない上側又は下側支持プレートに含めることができる。

【 0 0 5 6 】

10

図 3 D ~ 3 F の組み合わせに示されるように、ラッチ集合体 3 1 9 は、ラッチハウジング 3 5 0、(ボルト 3 7 0 のような、ただしこれに限られない) 円柱部材、ワッシャ 3 5 6 及びナット 3 5 2 を含む。図 3 F は、ラッチハウジング 3 5 0 の中心に又はその近くにあるラッチハウジング 3 5 0 を貫通して延びる主要ボア 3 8 2 又はボア孔を示す。すなわち、主要ボア 3 8 2 は中心ボアとしてよい。ラッチハウジング 3 5 0 の主要ボア 3 8 2 は、ワッシャ 3 5 6 及びナット 3 5 2 の中心ボアに整合し得る。いくつかの実施形態において、ワッシャ 3 5 6 は、ベルビルワッシャ、円錐皿ばね、円錐ばねワッシャ、皿ばね、又は皿ばねワッシャの少なくとも一つとしてよい。円柱部材又はボルト 3 7 0 は細長部材としてよい。ボルト 3 7 0 は長手方向軸を含み得る。ラッチハウジング 3 5 0 の主要ボア 3 8 2 がボルト 3 7 0 を受容するとき、ラッチハウジング 3 5 0 は、ボルト 3 7 0 の長手方

20

【 0 0 5 7 】

少なくとも図 3 E に示されるように、ラッチハウジング 3 5 0 の主要ボア 3 8 2、並びにワッシャ 3 5 6 及びナット 3 5 2 の中心ボアは、ボルト 3 7 0 を受容するサイズとされる。ボルト 3 7 0 は、支持ブロック 3 2 0 に結合され、支持ブロック 3 2 0 の頂面から上方に延びる。ボルト 3 7 0 は、ねじ止め、溶接、又は他のそうした結合技術を介して支持ブロック 3 2 0 に結合することができる。ボルト 3 7 0 は、永続的に支持ブロック 3 2 0 に結合してよい。少なくとも一つの実施形態において、ボルト 3 7 0 は、ひとたび支持ブロック 3 7 0 に結合されると、支持ブロック 3 2 0 に対して回転しない。他の実施形態において、ボルト 3 7 0 は、支持ブロック 3 2 0 に対して回転しない。ラッチハウジング 3 5 0、ワッシャ 3 5 6 及びナット 3 5 2 は、ボルト 3 7 0 の上方に位置決めされ得る。ナット 3 5 2 は、複数のねじを介してボルト 3 7 0 に結合してよい。ナット 3 5 2 がボルト 3 7 0 に結合されると、ラッチハウジング 3 5 0 の位置は、支持ブロック 3 2 0 の頂面に固定される。

30

【 0 0 5 8 】

図 3 F に示されるように、ラッチハウジング 3 5 0 は、2 つの側部ボア 3 8 0 を含む。各側部ボア 3 8 0 は、一般に鉛直方向においてラッチハウジング 3 5 0 の底面とラッチハウジング 3 5 0 の頂面との間に延びる。他の実施形態において、ラッチハウジング 3 5 0 は、2 つ未満の又は 2 つを超える側部ボアを含み得る。側部ボア 3 8 0 の軸は、ラッチハウジング 3 5 0 の中心 (及び回転) 軸に平行であるが当該軸からずらされ得る。ラッチ機構 3 9 0 は、側部ボア 3 8 0 の一つの中に位置決めされる。ラッチ機構 3 9 0 は、球状部材 3 5 8、湾曲ディスク 3 6 0、付勢部材 3 6 2、平坦ディスク 3 6 4 及び固定ねじ 3 6 6 の少なくとも一つを含む。球状部材 3 5 8 はボールベアリングとしてよい。少なくとも図 3 F に示されるように、球状部材 3 5 8 の少なくとも一部がラッチハウジングの下側表面から突出するので、球状部材 3 5 8 は突起部材としてよい。付勢部材 3 6 2 は、ばね又はエラストマー部材としてよい。少なくとも一つの実施形態において、付勢部材 3 6 2 は、らせんコイルばねとしてよい。図 3 F は、2 つの側部ボア 3 8 0 の一方のみがラッチ機構 3 9 0 を含むことを示す。しかしながら、他の実施形態はそれに限られず、ラッチ機構は、ここに記載されるのと同様に側部ボア 3 8 0 それぞれに含まれてよい。

40

50

【 0 0 5 9 】

少なくとも図 3 D 及び 3 E の文脈で記載されるように、ラッチ機構 3 9 0 は、（上側又は下側）支持プレートのフランジ 3 2 9 をラッチ集合体 3 1 9 に結合及びロックするように作動することができる。上側支持プレートの非制限的な実施形態において、ラッチ機構 3 9 0 は、作動されると、（少なくとも図 3 A ~ 3 B に示される）上側支持プレート 3 2 8 の（少なくとも図 3 D ~ 3 E に示される）フランジ 3 2 9 を、支持ブロック 3 2 0 に結合及びロックする。上述のように、フランジ 3 2 9 が上側支持プレート 3 2 8 に結合されると、上側支持プレート 3 2 8 は炉心バレル 3 1 8 に結合及びロックされる。

【 0 0 6 0 】

一以上のラッチ集合体 3 1 9 を定位置に配置するべく、原子炉システム 3 0 0 を炉圧力容器内で組み立てることができる。反射体ブロック 3 2 3 ~ 3 2 5 は、下側支持プレート 3 2 6 上に支持される。上から見ると、炉心バレル 3 1 8 が、反射体ブロック 3 2 3 ~ 3 2 5 を取り囲むように位置決めされ、上側支持ブロック 3 2 0 は、一以上の溶接を介して炉心バレル 3 1 8 に永続的に結合される。少なくとも図 3 B 及び 3 E に示されるように、上側支持ブロック 3 2 0 の少なくとも一部が、ボルト 3 7 0 又は細長部材を含む。ボルト 3 7 0 は、上側支持ブロック 3 2 0 の頂面から延び、溶接、ねじ止め又は他の適切な結合機構の一以上を介して上側支持ブロック 3 2 0 に結合される。上側支持プレート 3 2 8 は、フランジ 3 2 9 もまた、支持ブロック 3 2 0 の（図 3 D の）肩部表面 3 9 2 上に載置されるように反射体ブロック 3 2 3 の頂部に位置決めされる。図 3 E に示されるように、フランジ 3 2 9 は、少なくともボルト 3 7 0 を含む支持ブロック 3 2 0 の頂部が上方に貫通して延びることができる孔、アパチャ又はボアを含む。

【 0 0 6 1 】

ラッチ集合体 3 1 9 を、支持ブロック 3 2 0 及びフランジ 3 2 9 上の、図 3 D に示される定位置に配置するべく、ラッチハウジング 3 5 0 を、ボルト 3 7 0 の上方に位置決めすることができる。ボルト 3 7 0 は、（図 3 E に示されるように）ラッチハウジング 3 5 0 の主要ボア 3 8 2 に受容される。ワッシャ 3 5 6 及びナット 3 5 2 がその後、ラッチハウジング 3 5 0 の上方に位置決めされ、ナット 3 5 2 はボルト 3 7 0 に固定される。ラッチ集合体 3 1 9 がロック及びロック解除状態（又は位置）間で遷移することは、（ボルト 3 7 0 の長手方向軸、又はラッチハウジング 3 5 0 の中心若しくは回転軸まわりに）ラッチハウジング 3 5 0 を、実質的に 9 0 度に等しい角度を介して回転させることを含む。なお、ボルト 3 7 0 の長手方向軸は、ラッチハウジング 3 5 0 の主要ボア 3 8 2 の軸に整合される。

【 0 0 6 2 】

フランジ 3 2 9 はアパチャを含む。アパチャは非対称形状を含む。図 3 C に示されるように、フランジ 3 2 9 のアパチャの非対称形状は、細長い楕円の形状としてよい。なお、フランジ 3 2 9 の非対称形状の長手方向軸は、支持プレート 3 2 8 の周縁に実質的に接する方向である。図 3 C のフランジの非対称形状は、非制限的な典型的実施形態であり、他の実施形態は、他の配向を有する他の非対称形状を含み得る。ラッチハウジングもまた非対称形状を含む。いくつかの実施形態において、フランジの非対称形状は、ラッチハウジングの非対称形状と実質的に同等である。いくつかの回転配向において、ラッチハウジングがアパチャにより受容可能とされる一方、他の回転配向においては、ラッチハウジングはアパチャにより受容可能とならない。回転されてアパチャにより受容可能とされない（ロック状態）、ラッチハウジングは、支持プレートの変位を拘束する。回転されてアパチャにより受容可能とされると（ロック解除状態）、ラッチハウジングは、支持プレートの変位を拘束しない。

【 0 0 6 3 】

ラッチハウジングの非対称形状は、フランジのアパチャの非対称形状に整合し得る。同様に、ラッチハウジングの中心ボアに整合した軸まわりのラッチハウジングの回転ゆえに、ラッチハウジングの非対称形状は、フランジのアパチャの非対称形状に反整合する。

【 0 0 6 4 】

図 3 C に示されるように、ラッチハウジングが回転されてラッチハウジングの非対称形状が、フランジのアパチャの非対称形状に整合すると、ラッチハウジングはアパチャにより受容可能となる。したがって、支持プレート 3 2 8 は、支持ブロック 3 2 0 の上方に持ち上げられて支持ブロック 3 2 0 から離れる。すなわち、ラッチハウジングの非対称形状がフランジのアパチャの非対称形状に整合すると、ラッチ集合体は、ロック解除の状態又は位置となる。

【 0 0 6 5 】

対照的に、ラッチハウジングが回転されてラッチハウジングの非対称形状がフランジのアパチャの非対称形状に反整合すると、ラッチハウジングは、アパチャにより受容可能とならない。ラッチハウジングの非対称形状とフランジのアパチャの非対称形状との反整合により、支持プレートの鉛直方向変位が拘束される。すなわち、ラッチハウジングの非対称形状がフランジのアパチャの非対称形状に反整合すると、ラッチ集合体は、ロック解除の状態又は位置となる。

【 0 0 6 6 】

図 3 C に示されるように、ラッチハウジング（及びフランジのアパチャ）の非制限的な典型的非対称形状は、細長い楕円の形状である。当該形状の非対称性により、一般に細長い方向の長手方向軸が画定される。ラッチハウジングの長手方向軸は、ラッチハウジングの回転軸でもある中心ボア 3 8 2 の軸に対して実質的に垂直である。

【 0 0 6 7 】

一般に図 3 C に示されるように、ラッチ集合体 3 1 9 がロック状態となるのは、ラッチハウジング 3 5 0 が回転されて（ボルト 3 7 0 の長手方向軸に実質的に垂直な）ラッチハウジング 3 5 0 の長手方向軸が、上側プレート 3 2 8 の中心から実質的に径方向となるときのときである。すなわち、ラッチハウジング 3 5 0 が回転されてラッチハウジング 3 5 0 の（長手方向軸に沿った）長さ方向が、炉心バレル 3 1 8 の隣接側面に対して実質的に平行となると、ラッチハウジング 3 5 0 はロック位置となり得る。

【 0 0 6 8 】

ラッチハウジング 3 5 0 は、ラッチハウジング 3 5 0 を（ボルト 3 7 0 の長手方向軸まわりに）ほぼ 9 0 度の回転（又はそれ以外の 3 6 0 度未満の回転）をさせることによりロック解除位置へと遷移し得る。すなわち、ラッチ集合体 3 1 9 がロック解除状態になるのは、ラッチハウジング 3 5 0 が回転されてラッチハウジング 3 5 0 の長手方向軸が、ラッチハウジング 3 5 0 に対応する上側プレート 3 2 8 の周縁の一部の接線に実質的に直交するときである。

【 0 0 6 9 】

図 3 E に示されるように、ラッチハウジング 3 1 9 がロック位置にあると、球状部材 3 5 8 の一部は、フランジ 3 2 9 の頂面上の窪み 3 7 8 の中に位置決めされる。図 3 C は、フランジ 3 2 9 が 2 つの窪みを含むフランジ 3 2 9 の一実施形態を示す。フランジ 3 2 9 の各窪みは、フランジ 3 2 9 におけるアパチャの非対称形状の細長い側部の一つに配置される。図 3 E に図示しないが、第 2 の球状部材はまた、フランジ 3 2 9 の頂面上の第 2 の窪みの中に位置決めされ得る。さらに以下に記載されるように、ラッチハウジングがロック位置まで回転されると、各窪みが、ラッチハウジングに含まれる球状部材 3 5 8 の一つの少なくとも一部を受容する。

【 0 0 7 0 】

図 3 E 及び 3 F の組み合わせに示されるように、球状部材 3 5 8 は、付勢部材 3 6 2 によって下向きに付勢され得る。ラッチハウジング 3 5 0 が回転されて、図 3 D に示されるように球状部材 3 5 8 がフランジ 3 2 9 の窪み 3 7 8 に整合するようになると、付勢部材 3 6 2 は、球状部材 3 5 8 をフランジ 3 2 9 の窪み 3 7 8 へと付勢する。

【 0 0 7 1 】

これらの典型的な、ただし非制限的な実施形態において、平坦ディスク 3 6 4 が、付勢部材 3 6 2 に隣接しかつその上に位置決めされる一方、湾曲ディスク 3 6 0 は、付勢部材 3 6 2 に隣接しかつその下に位置決めされる。湾曲ディスク 3 6 0 の下側湾曲表面は、球

10

20

30

40

50

状部材 359 の一部を受容するサイズとされた窪みを含み得る。平坦ディスク 364 の平坦下側表面及び湾曲ディスク 360 の平坦上側表面により、付勢部材 362 が球状部材 358 をフランジ 329 の窪み 378 へと付勢することができる安定した表面が確保される。湾曲ディスク 360 の下側湾曲表面に含まれる窪みは、球状部材 358 を受容する半球状窪みとしてよい。半球状窪みが球状部材 358 と嵌合すると、付勢部材 362 により及ぼされる力は実質的に球状部材 358 に伝達される。

【0072】

図 3 F に示されるように、付勢部材 362 から球状部材 358 に及ぼされる力を調整するべく止めねじ 366 を用いることができる。かかる調整は、止めねじ 366 を介して付勢部材 362 への予荷重を調整することを含む。止めねじ 366 は、ディスク 360 / 364 を封止するべく側部ボア 380 の内部ねじに係合する。止めねじ 366 を介して付勢部材 362 への予荷重を調整することにより、付勢部材 362 から球状部材 358 に及ぼされる力の量が調整される。止めねじ 366 の調整を介して付勢部材 362 が球状部材 358 に及ぼす力を調整することにより、ラッチハウジング 350 をロック位置とロック解除位置との間で遷移させるのに必要なトルクを調整することができる。

【0073】

ひとたびラッチハウジング 350 がフランジ 329 の頂部に位置決めされると、ボルト 370 が主要ボア 382 により受容され、ラッチ集合体 350 は、ラッチハウジング 350 の回転によりロック状態とロック解除状態との間で遷移することができる。図 3 D ~ 3 E に示されるように、ラッチ集合体 319 がロック状態となるようにラッチハウジング 350 が回転されると、フランジ 329 は、支持ブロック 320 の頂部においてラッチ集合体 319 を介してロックされる。ロック位置において、球状部材（複数可）358 は、フランジ 329 頂面の各窪み 378 に受容されて嵌合する。さらに、ロック位置にあるときラッチハウジング 350 は、支持ブロック 320 の頂面、及びフランジ 329 にわたって延びるので、支持プレートの上方向変位を拘束する。

【0074】

ラッチ集合体 319 は、ラッチハウジング 350 に四分の一回転、又はほぼ 90 度の回転をさせることにより、ロック状態からロック解除状態へと調整することができる。他の実施形態において、その遷移は、360 度未満の他の角度値の回転によって達成することができる。図 3 C に示されるように、かかる回転により、ラッチハウジング 350 は、フランジ 329 を通る孔、アパチャ又はボアに整合する。ラッチハウジング 350 がフランジ 329 のアパチャに整合すると、フランジ 329 は、ラッチ集合体 319 の上方へと持ち上げられる。

【0075】

様々な実施形態において、球状部材 358 が、フランジ 329 の対応する窪み 378 に受容されると、付勢部材 362 を介した球状部材 358 の窪み 378 への付勢により、ラッチハウジング 350 の回転に対する抵抗が得られる。かかる抵抗力は、窪み 378 から部材 358 を変位させるべくラッチハウジング 350 への最小トルクを必要とする。ひとたび変位されると、ラッチハウジング 350 は回転可能となる。上述のように、この最小トルクは、止めねじ 366 によって調整することができる。

【0076】

ラッチ集合体 319 は、ラッチハウジング 350 に四分の一回転、又はほぼ 90 度の回転（時計回り又は反時計回りのいずれか）をさせることにより、ロック解除位置からロック位置へと調整することができる。様々な実施形態において、ワッシャ 356 は、ラッチハウジング 350 の回転をナット 352 から分離することにより、ラッチハウジング 350 の回転は、ナット 352 を回転させないか、又はナット 352 を無視できる量だけ回転させる。この特徴により、ナット 352 がボルト 370 に対して回転しないことが確保されるので、ラッチハウジングがボルト 370 まわりに回転されてロック及びロック解除位置間で遷移するときに、ナット 352 がボルト 370 から分離されることがなくなる。

【0077】

ねじ式締結具のような従来型締結具と比べ、ここに記載のラッチ集合体の様々な実施形態は、ラッチハウジングの回転位置を介して、ラッチ集合体がロック状態又はロック解除状態にあることの明確かつ視覚的な指示を与える。例えば、ねじ式締結具は、放射線誘発脆化、繰り返しの使用、又はその他の理由により、緩んでいることが監視者にとって視覚的にわからずに、経時的に緩み得る。すなわち、監視者は、炉心集合体の一以上の構成部品を結合する従来型締結具が経時的に緩んだことを決定することができない。対照的に、ラッチ集合体 3 1 9 の（ロック又はロック解除）状態は、炉心パレル 3 1 8 又は支持プレートのアパチャに対するラッチハウジング 3 5 0 の回転位置又は配向に少なくとも部分的に基づいて視覚的に決定することができる。

【 0 0 7 8 】

10

さらに、ラッチ集合体 3 1 9 は、遠隔からロック状態とロック解除状態との間で遷移させることができる。例えば、炉圧力容器、格納容器、及びさらには炉プールの外部の場所から延びる治具を、ラッチハウジングを 9 0 度回転させるのに用いることができる。例えば、図 2 A に示されるように、遠隔作動治具 2 9 0 は、炉プールの水ライン 9 0 の上から位置決めし、炉心集合体の特定の構成部品を接続するラッチ集合体を（対応ラッチハウジングの四分の一回転を介して）操作（例えばロック又はロック解除）するように延ばすことができる。対照的に、伝統的なねじ式コネクタは、炉容器内の人による操作を必要とする。炉容器へのアクセスを可能とすることは、費用のかかるシャットダウン、原子炉発電モジュールの複数部分の分解、及び炉心を介した潜在的放射線被曝を引き起こす。

【 0 0 7 9 】

20

ラッチ集合体 3 1 9 の構成部品のすべて又はいくつかを、ステンレス鋼等のような耐腐食性材料から作ることができる。さらに、ラッチ集合体 3 1 9 の構成部品のすべて又はいくつかを、放射性エネルギーの蓄積又は放射性粒子相互作用に起因する脆化に耐える材料から作ることができる。

【 0 0 8 0 】

本発明の好ましい実施形態が例示及び記載されたが、上述のように、本発明の要旨及び範囲を逸脱することなく多くの変更が可能である。したがって、本発明の範囲は、好ましい実施形態の開示によっては限定されない。その代わり、本発明は、全面的に以下の特許請求の範囲を参照することによって決定すべきである。

【 0 0 8 1 】

30

排他的な所有権及び特権が請求される本発明の実施形態が以下に定められる。

【図 1】

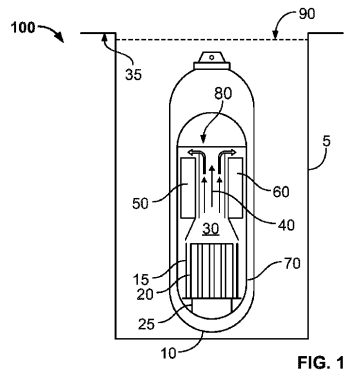


FIG. 1

【図 2 B】

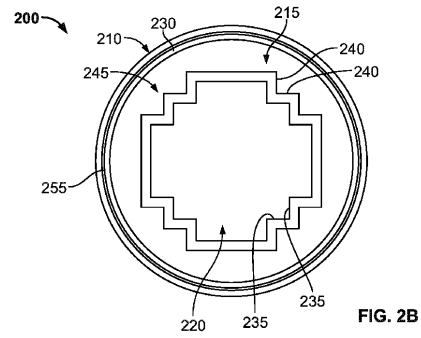


FIG. 2B

【図 2 A】

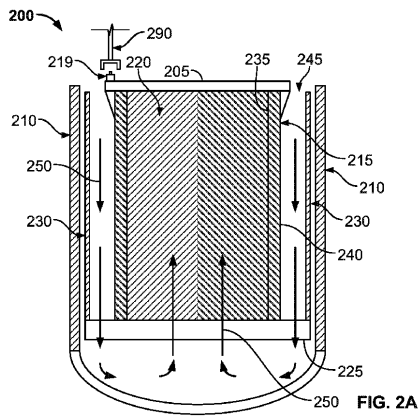


FIG. 2A

【図 3 A】

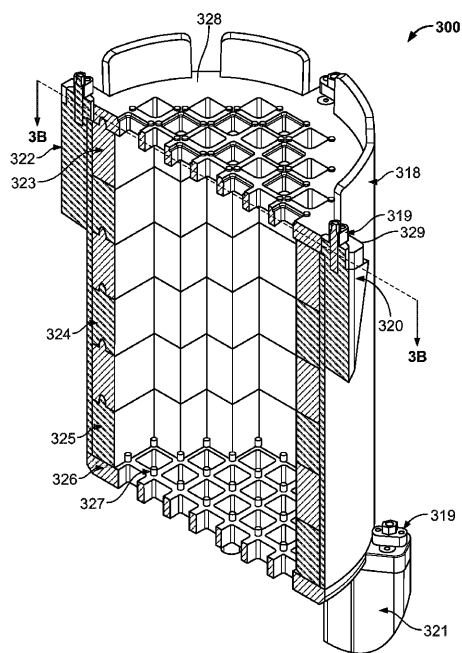


FIG. 3A

【図 3 B】

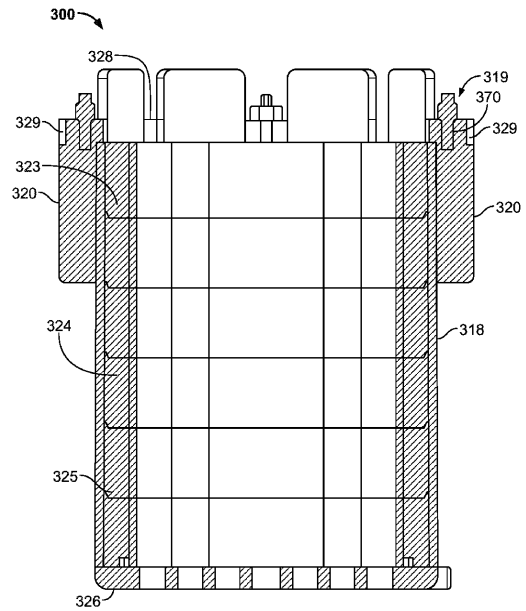
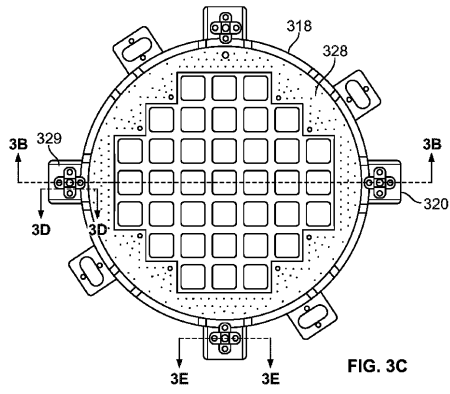
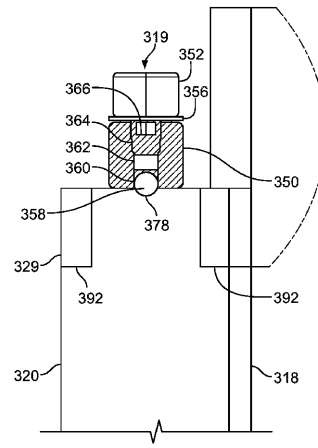


FIG. 3B

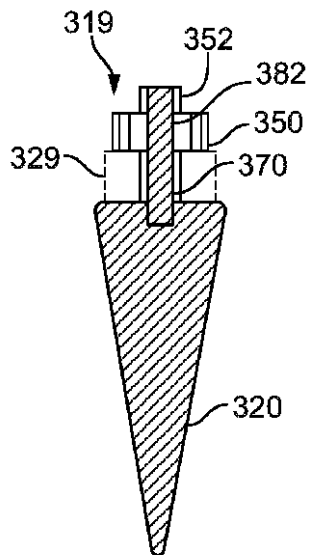
【図 3 C】



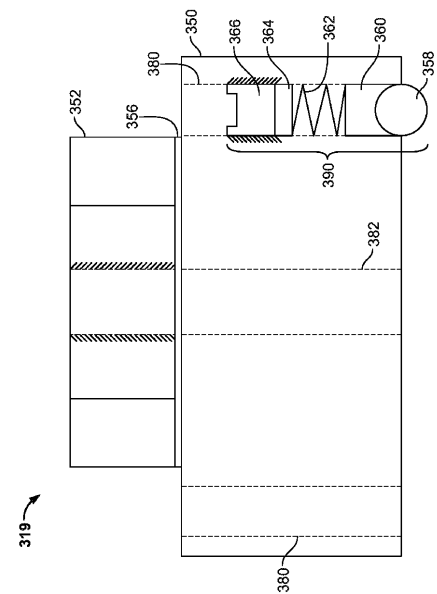
【図 3 D】



【図 3 E】



【図 3 F】



フロントページの続き

(72)発明者 カデル、 セス

アメリカ合衆国 97330 オレゴン州 コーバリス ノースイースト サークル ブールバー
ド 1100 スイート 200

(72)発明者 リスカイ、 タマス アール.

アメリカ合衆国 97330 オレゴン州 コーバリス ノースイースト サークル ブールバー
ド 1100 スイート 200

審査官 小野 健二

(56)参考文献 特開昭58-154691(JP,A)

特開平04-093793(JP,A)

特開2011-168987(JP,A)

特開昭54-035589(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G21C 1/00 - 1/32

5/00 - 5/22

11/00 - 13/10