

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7699155号
(P7699155)

(45)発行日 令和7年6月26日(2025.6.26)

(24)登録日 令和7年6月18日(2025.6.18)

(51)国際特許分類

F I

G 2 1 C 19/20 (2006.01)

G 2 1 C 19/20 1 1 0

請求項の数 40 (全32頁)

(21)出願番号	特願2022-572689(P2022-572689)	(73)特許権者	521219442
(86)(22)出願日	令和3年5月24日(2021.5.24)		ウェスティングハウス エレクトリック
(65)公表番号	特表2023-527998(P2023-527998		カンパニー エルエルシー
	A)		WESTINGHOUSE ELECTRIC COMPANY LLC
(43)公表日	令和5年7月3日(2023.7.3)		アメリカ合衆国 1 6 0 6 6 ペンシルベ
(86)国際出願番号	PCT/US2021/033934		ニア, クランベリー タウンシップ, ウ
(87)国際公開番号	WO2021/242704		ェスティングハウス ドライブ 1 0 0 0
(87)国際公開日	令和3年12月2日(2021.12.2)		, スイート 1 4 1
審査請求日	令和6年5月24日(2024.5.24)		1 0 0 0 Westinghouse D
(31)優先権主張番号	16/883,339		rive, Suite 141, Cr
(32)優先日	令和2年5月26日(2020.5.26)		anberry Township, P
(33)優先権主張国・地域又は機関	米国(US)		ennsylvania 16066 U
			nited States of Ame
			rica
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 サーマルスリーブの排除のための方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

ねじ込みヘッド貫通ノズル及びそこに配置されるサーマルスリーブを有する制御ロッド
駆動機構（CRDM）ハウジングを備える核反応器内に、延長管を設置するための方法で
あって、

前記サーマルスリーブを前記ねじ込みヘッド貫通ノズルから取り外すことと、

前記延長管を交換用サーマルスリーブの代わりに設置することと、

前記延長管の非ねじ込み端部にガイドファンネルを設置することと、を含み、

前記延長管を交換用サーマルスリーブの代わりに設置することが、

前記延長管を、前記ねじ込みヘッド貫通ノズルのねじ込み端部と整列させることと、

10

ここで、前記延長管が、ねじ込み端部及び前記非ねじ込み端部を備え、前記延長管の前記
ねじ込み端部が、前記ねじ込みヘッド貫通ノズルの前記ねじ込み端部にねじ込み可能に結
合するようにサイズ設定及び構成されており、

前記延長管の前記ねじ込み端部を、前記ねじ込みヘッド貫通ノズルの前記ねじ込み端
部にねじ込むことと、

前記ねじ込みヘッド貫通ノズルの前記ねじ込み端部に対して、前記延長管にトルクを
かけることと、

前記延長管の前記ねじ込みヘッド貫通ノズルに対する前記整列を計測することと、

前記延長管と前記ねじ込みヘッド貫通ノズルの前記ねじ込み端部との間に、保持フィ
レット溶接を設置することと、

20

を含む、方法。

【請求項 2】

圧縮可能ガイドスリーブを前記 C R D Mハウジングに設置することを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記圧縮可能ガイドスリーブを前記 C R D Mハウジングに設置することが、

前記圧縮可能ガイドスリーブを圧縮することと、

前記圧縮されたガイドスリーブを、前記延長管及び前記ねじ込みヘッド貫通ノズルを通して、前記ガイドファンネル内に挿入して、前記 C R D Mハウジング内に挿入することと、
前記圧縮可能ガイドスリーブを前記 C R D Mハウジングに保持可能に結合するために、前記圧縮可能ガイドスリーブの前記圧縮を解除することと、

10

を含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記圧縮可能ガイドスリーブが、複数の葉の圧縮可能フレックスセクションを備え、

前記複数の葉の圧縮可能フレックスセクションの各々が、フランジを備え、

前記方法が、

前記圧縮されたガイドスリーブを前記ガイドファンネル内に挿入する前に、前記フランジを収縮させるために、前記複数の葉の圧縮可能フレックスセクションを圧縮することと、

前記 C R D Mハウジング内への挿入後に、前記フランジを解除して、前記 C R D Mハウジングによって画定されるカウンターボアレッジと係合させるために、前記圧縮可能ガイドスリーブの前記圧縮を解除することと、

20

を含む、請求項 2 又は 3 に記載の方法。

【請求項 5】

前記延長管の整列の計測を実施することを含む、請求項 1 から 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 6】

前記圧縮可能ガイドスリーブが、前記核反応器の反応器容器ヘッドの下の位置から前記ガイドファンネル内に挿入される、請求項 2 から 4 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 7】

前記延長管が、前記核反応器の反応器容器ヘッドの下の位置から設置される、請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の方法。

30

【請求項 8】

前記延長管が、前記延長管の前記ねじ込み端部を含むねじ込みアダプタを備える、請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 9】

非ねじ込みヘッド貫通ノズル及びそこに配置されるサーマルスリーブを有する制御ロッド駆動機構 (C R D M) ハウジングを備える核反応器内に、延長管を設置するための方法であって、

前記 C R D Mハウジングから前記サーマルスリーブを取り外すことと、

前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルの端部を機械加工することと、

40

前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルの前記機械加工された端部にねじ込みアダプタを設置及び整列させることと、

前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルの前記機械加工された端部に前記ねじ込みアダプタを接合することと、

前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルによって画定されるボアを機械加工することと、

前記ねじ込みアダプタによって画定されるボアを機械加工することと、

前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルの前記機械加工された端部と前記ねじ込みアダプタとの間の接合部の外径を機械加工することと、

前記延長管を前記ねじ込みアダプタに設置することであって、前記ねじ込みアダプタ及び前記延長管は、前記 C R D Mハウジングから取り外された前記サーマルスリーブと置き換

50

えられる、前記延長管を前記ねじ込みアダプタに設置することと、

前記延長管と前記ねじ込みアダプタとの間に保持フィレット溶接を設置することと、
を含む、方法。

【請求項 10】

前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルの前記端部を機械加工することが、

前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルの周縁部分の一部分の長さを短くするように、前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルの面を機械加工することを含む、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルの前記機械加工された端部に前記ねじ込みアダプタを接合することが、前記接合部を形成するために貫通溶接技術を実施することを含む、請求項 9 又は 10 に記載の方法。

【請求項 12】

前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルの前記機械加工された端部に前記ねじ込みアダプタを接合することが、前記接合部を形成するために完全貫通溶接技術を実施することを含む、請求項 9 から 11 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 13】

前記延長管を前記ねじ込みアダプタに設置することが、

前記延長管を前記ねじ込みアダプタ上にねじ込むことと、

前記ねじ込みアダプタに対して、前記延長管にトルクをかけることと、

を含む、請求項 9 から 12 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 14】

前記延長管の前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルに対する整列を計測することを含む、請求項 9 から 13 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 15】

前記延長管の非ねじ込み端部にガイドファンネルを設置することを含む、請求項 9 から 14 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 16】

圧縮可能ガイドスリーブを前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルに設置することを含む、請求項 9 から 15 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 17】

前記圧縮可能ガイドスリーブを前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルに設置することが、

前記圧縮可能ガイドスリーブを圧縮することと、

前記延長管、及び前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルを通して、前記圧縮されたガイドスリーブを挿入することと、

前記圧縮可能ガイドスリーブを前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルに保持可能に結合するために、前記圧縮可能ガイドスリーブの前記圧縮を解除することと、

を含む、請求項 16 に記載の方法。

【請求項 18】

前記圧縮可能ガイドスリーブが、複数の葉の圧縮可能フレックスセクションを備え、前記複数の葉の圧縮可能フレックスセクションの各々が、フランジを備え、前記方法が、

前記圧縮されたガイドスリーブを前記延長管内に挿入する前に、前記複数の葉の圧縮可能フレックスセクションを圧縮して、前記フランジを収縮させることと、

前記非ねじ込みヘッド貫通ノズル内への挿入後に、前記フランジを解除して、前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルによって画定されるカウンターボアレッジと係合させるために、前記圧縮可能ガイドスリーブの前記圧縮を解除することと、

を含む、請求項 16 又は 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記延長管の整列の計測を実施することを含む、請求項 9 から 18 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 20】

10

20

30

40

50

前記延長管の非ねじ込み端部にガイドファンネルを設置することを含み、

前記圧縮可能ガイドスリーブが、前記核反応器の反応器容器ヘッドの下の位置から前記ガイドファンネル内に挿入される、請求項 16 から 18 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 21】

前記延長管が、前記核反応器の反応器容器ヘッドの下の位置から設置される、請求項 9 から 20 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 22】

非ねじ込みヘッド貫通ノズル及びそこに配置されるサーマルスリーブを有する制御ロッド駆動機構（CRDM）ハウジングを備える核反応器内に、延長管を設置するための方法であって、

10

前記 CRDM ハウジングから前記サーマルスリーブを取り外すことと、

前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルの端部にねじ込みアダプタを結合することと、
前記延長管を前記ねじ込みアダプタに結合することであって、前記ねじ込みアダプタ及び前記延長管は、前記 CRDM ハウジングから取り外された前記サーマルスリーブと置き換えられる、前記延長管を前記ねじ込みアダプタに結合することと、
を含む、方法。

【請求項 23】

前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルの前記端部を機械加工することをさらに含み、
前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルの前記端部に前記ねじ込みアダプタを結合することは、
前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルの前記機械加工された端部に前記ねじ込みアダプタを結合することを含み、請求項 22 に記載の方法。

20

【請求項 24】

前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルの前記端部を機械加工することが、
前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルの周縁部分の一部分の長さを短くするように、前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルの面を機械加工することを含む、請求項 23 に記載の方法。

【請求項 25】

前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルの前記機械加工された端部に前記ねじ込みアダプタを結合することが、接合部を形成するために溶接技術を実施することを含む、請求項 23 に記載の方法。

【請求項 26】

前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルの前記機械加工された端部と前記ねじ込みアダプタとの間に画定される前記接合部の外径を機械加工することをさらに含み、請求項 25 に記載の方法。

30

【請求項 27】

前記非ねじ込みヘッド貫通ノズルによって画定されるボアを機械加工することと、
前記ねじ込みアダプタによって画定されるボアを機械加工することと、
をさらに含む、請求項 22 に記載の方法。

【請求項 28】

前記延長管と前記ねじ込みアダプタとの間に、保持フィレット溶接を設置することをさらに含む、請求項 22 に記載の方法。

40

【請求項 29】

ねじ込みヘッド貫通ノズル及びそこに配置されるサーマルスリーブを有する制御ロッド駆動機構（CRDM）ハウジングを備える核反応器内に、延長管を設置するための方法であって、

前記サーマルスリーブを前記ねじ込みヘッド貫通ノズルから取り外すことと、

取り外された前記サーマルスリーブを前記延長管に置換することであって、前記延長管を前記ねじ込みヘッド貫通ノズルに結合することを含む、取り外された前記サーマルスリーブを前記延長管に置換することと、

を含む、方法。

【請求項 30】

50

前記延長管を前記ねじ込みヘッド貫通ノズルに結合することは、
前記延長管のねじ込み端部を前記ねじ込みヘッド貫通ノズルのねじ込み端部と整列させる
ことと、
前記ねじ込みヘッド貫通ノズルの前記ねじ込み端部に対して、前記延長管にトルクをかけ
ることと、
を含む、請求項 29 に記載の方法。

【請求項 31】

前記延長管にガイドファンネルを結合することをさらに含む、請求項 30 に記載の方法。

【請求項 32】

前記延長管に前記ガイドファンネルを結合することが、前記延長管の非ねじ込み端部に前
記ガイドファンネルを結合することを含む、請求項 31 に記載の方法。

10

【請求項 33】

圧縮可能ガイドスリーブを前記 CRDMハウジングに設置することをさらに含む、請求項
31 に記載の方法。

【請求項 34】

前記圧縮可能ガイドスリーブを前記 CRDMハウジングに設置することが、
前記圧縮可能ガイドスリーブを圧縮することと、
前記圧縮されたガイドスリーブを、前記延長管及び前記ねじ込みヘッド貫通ノズルを通し
て、前記ガイドファンネル内に挿入して、前記 CRDMハウジング内に挿入することと、
前記圧縮可能ガイドスリーブを前記 CRDMハウジングに保持可能に結合するために、前
記圧縮可能ガイドスリーブの前記圧縮を解除することと、
を含む、請求項 33 に記載の方法。

20

【請求項 35】

前記圧縮可能ガイドスリーブが、複数の葉の圧縮可能フレックスセクションを備え、
前記複数の葉の圧縮可能フレックスセクションの各々が、フランジを備え、
前記方法が、
前記圧縮されたガイドスリーブを前記ガイドファンネル内に挿入する前に、前記フラン
ジを収縮させるために、前記複数の葉の圧縮可能フレックスセクションを圧縮することと、
前記 CRDMハウジング内への挿入後に、前記フランジを解除して、前記 CRDMハウ
ジングによって画定されるカウンターボアレージと係合させるために、前記圧縮可能ガイ
ドスリーブの前記圧縮を解除することと、
をさらに含む、請求項 34 に記載の方法。

30

【請求項 36】

前記延長管と前記ねじ込みヘッド貫通ノズルのねじ込み端部との間に、保持フィレット溶
接を設置することをさらに含む、請求項 29 に記載の方法。

【請求項 37】

前記延長管が、前記核反応器の反応器容器ヘッドの下の位置から設置される、請求項 29
に記載の方法。

【請求項 38】

前記延長管が、ねじ込みアダプタを備え、
前記延長管を前記ねじ込みヘッド貫通ノズルに結合することは、前記ねじ込みアダプタを
前記ねじ込みヘッド貫通ノズルに結合することを含む、請求項 29 に記載の方法。

40

【請求項 39】

ねじ込みヘッド貫通ノズル及びそこに配置されるサーマルスリーブを有する制御ロッド駆
動機構 (CRDM) ハウジングを備える核反応器内に、延長管を設置するための方法であ
って、
前記サーマルスリーブを前記ねじ込みヘッド貫通ノズルから取り外すことと、
取り外された前記サーマルスリーブを前記延長管及びねじ込みアダプタに置換すること
であって、
前記ねじ込みアダプタの第 1 のねじ込み端部を前記延長管に結合することと、

50

前記ねじ込みアダプタの第2のねじ込み端部を前記ねじ込みヘッド貫通ノズルに結合することと、
を含む、取り外された前記サーマルスリーブを前記延長管及びねじ込みアダプタに置換することと、
を含む、方法。

【請求項40】

前記延長管にガイドファンネルを結合することをさらに含む、請求項39に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、「METHOD FOR THERMAL SLEEVE ELIMINATION」と題する、2020年5月26日に出願された米国非仮出願第16/883,339号の利益を主張するものであり、該非仮出願の内容は、全体が参照により本明細書に組み込まれる。

【背景技術】

【0002】

核反応器では、サーマルスリーブは、4つの目的を果たす。サーマルスリーブは、ロッドクラスタ制御アセンブリ(RCCA)駆動ロッドを、反応器容器ヘッドプレナム(例えば、クロスフロー)中に存在する流体効果から保護する。サーマルスリーブは、RCCA挿入(制御ロッド落下)中の水力通信(CRDMに対するフロー)を容易にする。サーマルスリーブは、容器ヘッドの設置のための制御駆動ロッドへの整列を提供する。サーマルスリーブはまた、反応器冷却剤の熱過渡からヘッド貫通及びCRDMハウジングを保護する。

【0003】

サーマルスリーブは、外径(OD)及び内径(ID)を含み、フランジを含む。サーマルスリーブは、フランジ及びOD/IDで摩耗する。サーマルスリーブは、核反応器の上部ヘッドとCRDM貫通ハウジングとの間で摩耗することが観察されている。この摩耗は、特定のサーマルスリーブが「落下」した量を決定するために、レーザー計測を使用して測定されている。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

サーマルスリーブフランジ及びOD/ID摩耗は、定期的なメンテナンスコストをもたらす。OD/ID摩耗によるサーマルスリーブの破壊は、電源を回復する前に費用のかかる修理を必要とする。加圧水反応器所有者グループ(Pressurized Water Reactor Owners Group、PWROG)プログラムを通じた摩耗予測を使用して、最終的に介入する必要のあるスリーブを識別することができる。サーマルスリーブの積極的な排除は、あらゆる種類の摩耗に対する将来のサーマルスリーブ検査を排除又は大幅に遅延させる可能性がある。

【0005】

摩耗したサーマルスリーブを取り外し、それを一時的な「圧縮可能サーマルスリーブ」と置換するための方法が、開発されている。方法は、反応器ヘッドの上側からCRDMモータアセンブリを取り外す必要はない。しかしながら、方法は、サーマルスリーブ摩耗及びCRDM貫通ハウジングによる、故障機構に対処しない。したがって、圧縮可能サーマルスリーブでさえ、CRDM貫通ハウジングと共に摩耗し続ける可能性が最も高い。

【0006】

いくつかの原子力発電所におけるサーマルスリーブ摩耗に関する運用経験に応じて、核反応器で使用されるサーマルスリーブを排除する明確な必要性がある。サーマルスリーブフランジ及び/又はID/OD摩耗は、核反応器の検査中に識別されている。更に、サー

10

20

30

40

50

マルスリーブを、核反応器のＣＲＤＭ貫通ハウジングに直接的に取り付けられた延長管で置換する必要がある。したがって、長期間にわたって、複数の変動したサーマルスリーブ検査の必要性を除去するために、永久的なサーマルスリーブ置換の強固かつ反復的な必要性がある。

【０００７】

一態様では、本開示は、ねじ込みヘッド貫通ノズル及びそこに配置されるサーマルスリーブを有する制御ロッド駆動機構（ＣＲＤＭ）ハウジングを備える核反応器内に、延長管を設置するための方法を提供する。方法は、サーマルスリーブをねじ込みヘッド貫通ノズルから取り外すことと、延長管を、ヘッド貫通ノズルのねじ込み端部と整列させることと、を含む。延長管は、ねじ込み端部及び非ねじ込み端部を備え、ねじ込み端部は、ねじ込みヘッド貫通ノズルにねじ込み可能に結合するようにサイズ設定及び構成されている。方法は、延長管のねじ込み端部を、ねじ込みヘッド貫通ノズルのねじ込み端部にねじ込むことと、ねじ込みヘッド貫通ノズルのねじ込み端部に対して、延長管にトルクをかけることと、延長管のねじ込みヘッド貫通ノズルに対する整列を計測することと、延長管とねじ込みヘッド貫通ノズルのねじ込み端部との間に、保持フィレット溶接を設置することと、延長管の非ねじ込み端部にガイドファンネルを設置することと、を更に含む。

10

【０００８】

一態様では、本開示は、非ねじ込みヘッド貫通ノズル及びそこに配置されるサーマルスリーブを有する制御ロッド駆動機構（ＣＲＤＭ）ハウジングを備える核反応器内に、延長管を設置するための方法を提供する。方法は、非ねじ込みＣＲＤＭハウジングを機械加工することと、非ねじ込みＣＲＤＭハウジングの機械加工された端部にねじ込みアダプタを設置し及び整列させることと、非ねじ込みＣＲＤＭハウジングの機械加工された端部にねじ込みアダプタを接合することと、非ねじ込みＣＲＤＭハウジングによって画定されるボアを機械加工することと、ねじ込みアダプタによって画定されるボアを機械加工することと、非ねじ込みＣＲＤＭハウジングの機械加工された端部とねじ込みアダプタとの間の接合部の外径を機械加工することと、延長管をねじ込みアダプタに設置することと、延長管とねじ込みアダプタとの間に保持フィレット溶接を設置することと、を含む。

20

【０００９】

前述に加えて、本開示のテキスト（例えば、特許請求の範囲及び／又は発明を実施するための形態）及び／又は図面などの教示に、様々な他の方法及び／又はシステム及び／又はプログラム製品態様が記載され、かつ説明される。

30

【００１０】

前述は要約であり、したがって、詳細の簡略化、一般化、包含、及び／又は省略を含み得る。したがって、当業者は、要約は例示に過ぎず、いかなる点においても限定することを意図するものではないことを理解するであろう。本明細書に記載される装置及び／又はプロセス及び／又は他の主題の他の態様、特徴、及び利点は、本明細書に記載される教示において明らかとなる。

【００１１】

１つ以上の様々な態様では、関連システムは、限定されるものではないが、本明細書に参照される方法の態様を達成するための回路及び／又はプログラミングを含み、回路及び／又はプログラミングは、システム設計者の設計選択に応じて、本明細書に参照される方法の態様に影響を与えるように構成されたハードウェア、ソフトウェア、及び／又はファームウェアの実質的に任意の組み合わせであり得る。前述に加えて、本開示のテキスト（例えば、特許請求の範囲及び／又は発明を実施するための形態）及び／又は図面などの教示に、様々な他の方法及び／又はシステム態様が記載され、かつ説明される。

40

【００１２】

更に、以下に記載の形態、形態の表現、実施例のうちの任意の１つ以上を、他の以下に記載の形態、形態の表現、及び実施例のうちの任意の１つ以上と組み合わせることができることが理解される。

【００１３】

50

前述の要約は例示に過ぎず、いかなる方法によっても制限することを意図するものではない。上述の例示的態様、実施形態、及び特徴に加えて、さらなる態様、実施形態、及び特徴は、図面及び以下の発明を実施するための形態を参照することによって明らかになる。

【0014】

記載された形態の新規な特徴は、添付の特許請求の範囲に詳細に記載されている。しかしながら、記載される形態は、組織及び運用方法の両方に関して、以下の説明を参照することによって最も良く理解され得、添付図面と共に以下の説明がなされる。

【図面の簡単な説明】

【0015】

【図1】本開示の少なくとも1つの態様による、従来の核反応器の上部の概略横断面図である。

10

【図2】本開示の少なくとも1つの態様による、CRDMハウジング、ヘッド貫通ノズル、及びサーマルスリーブを示す、従来の反応器容器ヘッド貫通の概略横断面図である。

【図3】本開示の少なくとも1つの態様による、摩耗していない状態のサーマルスリーブ及びCDRMハウジングの断面図である。

【図4】本開示の少なくとも1つの態様による、実質的に摩耗した状態のサーマルスリーブ及びCDRMハウジングの断面図である。

【図5】本開示の少なくとも1つの態様による、サーマルスリーブ分離点までの摩耗状態にあるサーマルスリーブ及びCDRMハウジングの断面図である。

【図6】本開示の少なくとも1つの態様による、サーマルスリーブの代わりに核反応器内に設置され得る延長管を示している。

20

【図7】本開示の少なくとも1つの態様による、サーマルスリーブの代わりに核反応器内に設置され得る延長管を示している。

【図8】本開示の少なくとも1つの態様による、CRDMハウジングから下向きに延在している複数のヘッド貫通ノズルによって貫通された反応器容器の一部分を示す、従来の核反応器の上部の概略横断面図である。

【図9】本開示の少なくとも1つの態様による、延長管とヘッド貫通ノズルとの間に結合された図8に示すねじ込み貫通アダプタの断面図である。

【図10】本開示の少なくとも1つの態様による、延長管を有するヘッド貫通ノズルの断面図である。

30

【図11】本開示の少なくとも1つの態様による、反応器容器ヘッドを通して位置する図10に示すヘッド貫通ノズルの断面図である。

【図12】本開示の少なくとも1つの態様による、延長管が取り付けられた、図10及び図11に示すヘッド貫通ノズルの断面図である。

【図13】本開示の少なくとも1つの態様による、図12に示すヘッド貫通ノズルによって画定される空間内に受容される、圧縮可能ガイドスリーブの斜視図である。

【図14】本開示の少なくとも1つの態様による、ガイドファンネル及びねじ込み貫通アダプタを有する図8～図10、及び図12に示す延長管を示している。

【図15】本開示の少なくとも1つの態様による、取り外しを必要とする図3～図5に示すサーマルスリーブを取り外すためのプロセスである。

40

【図16】本開示の少なくとも1つの態様による、ねじ込み延長管を設置するためのプロセスである。

【図17】本開示の少なくとも1つの態様による、反応器容器ヘッドを通して延在している、ねじ込みヘッド貫通ノズルと整列する、ねじ込み貫通アダプタを備える、延長管を示している。

【図18】本開示の少なくとも1つの態様による、ねじ込み可能に結合された図17に示す延長管及びねじ込みヘッドの貫通ノズルを示している。

【図19】本開示の少なくとも1つの態様による、トルクツールを使用して、図18に示すヘッド貫通ノズルに対して延長管にトルクをかけることを示している。

【図20】本開示の少なくとも1つの態様による、トルクツールを使用して、図18に示

50

すヘッド貫通ノズルに対して延長管にトルクをかけることを示している。

【図 2 1】本開示の少なくとも 1 つの態様による、延長管整列計測試験セットアップの断面図である。

【図 2 2】本開示の少なくとも 1 つの態様による、図 2 1 に示す延長管整列計測試験セットアップの計測プロセスで使用されるゲージの斜視図である。

【図 2 3】本開示の少なくとも 1 つの態様による、延長管に対する駆動ロッドの整列の断面図である。

【図 2 4】本開示の少なくとも 1 つの態様による、図 1 8 に示すヘッド貫通ノズルのねじ込み端部と、図 1 8 に示す溶接によって延長管に結合されたねじ込み貫通アダプタとの間に設置された保持フィレット溶接を示している。

10

【図 2 5】本開示の少なくとも 1 つの態様による、圧縮可能フレックスセクションのフランジをガイドファンネルへの導入に好適なサイズに収縮させるための圧縮された構成における、図 1 3 に示す圧縮可能ガイドスリーブの 3 つの葉の圧縮可能フレックスセクションを示している。

【図 2 6】本開示の少なくとも 1 つの態様による、圧縮可能ガイドスリーブをガイドノズル内に挿入する前に、図 2 5 に示す圧縮可能ガイドスリーブを圧縮するために採用され得る、圧縮ツールを示している。

【図 2 7】本開示の少なくとも 1 つの態様による、ヘッド貫通ノズル及び C R D M ヘッドアダプタを通して挿入される、その圧縮構成における図 2 5 に示す圧縮可能ガイドスリーブを示している。

20

【図 2 8】本開示の少なくとも 1 つの態様による、圧縮可能フレックスセクションのフランジが、ヘッド貫通ノズルの C R D M ヘッドアダプタセクション内に画定されたカウンターボアレッジと係合するように、解除された図 2 7 に示す圧縮可能ガイドスリーブの圧縮可能フレックスセクションを示している。

【図 2 9】本開示の少なくとも 1 つの態様による、その最終設置状態における図 2 8 に示す圧縮可能ガイドスリーブを示している。

【図 3 0】本開示の少なくとも 1 つの態様による、反応器容器ヘッドの内部に設置されたヘッド貫通ノズルに結合された延長管を示す、反応器容器ヘッドの断面図である。

【図 3 1】本開示の少なくとも 1 つの態様による、延長管保持溶接を示す、図 3 0 に示すヘッド貫通ノズルに結合された設置された延長管の詳細図である。

30

【図 3 2】本開示の少なくとも 1 つの態様による、図 3 1 に示す反応器容器ヘッドの内側に設置されたヘッド貫通ノズルに結合された延長管の断面図である。

【図 3 3】本開示の少なくとも 1 つの態様による、図 3 2 に示す反応器容器ヘッドの内側に設置されたヘッド貫通ノズルに結合された延長管の立面図である。

【図 3 4】本開示の少なくとも 1 つの態様による、摩耗、損傷、又はサイズミスマッチのために使用できないねじを有するヘッド貫通ノズルを示している。

【図 3 5】本開示の少なくとも 1 つの態様による、図 3 4 に示すヘッド貫通ノズルの断面図である。

【図 3 6】本開示の少なくとも 1 つの態様による、非ねじ込み C R D M ハウジング上に延長管を設置するためのプロセスである。

40

【図 3 7】本開示の少なくとも 1 つの態様による、機械加工前の非ねじ込み C R D M ハウジングの断面図である。

【図 3 8】本開示の少なくとも 1 つの態様による、機械加工後の図 3 7 に示す非ねじ込み C R D M ハウジングの断面図である。

【図 3 9】本開示の少なくとも 1 つの態様による、図 3 8 に示す非ねじ込み C R D M ハウジングの断面図の詳細図である。

【図 4 0】本開示の少なくとも 1 つの態様による、図 1 4 に示す延長管の雌ねじを受容するようにサイズ設定及び構成された雄ねじと、図 3 8 及び図 3 9 に示す非ねじ込み C R D M ハウジングの機械加工された端面に当接するように構成された非ねじ込み端部と、を備える、ねじ込みアダプタを示している。

50

【図４１】本開示の少なくとも１つの態様による、非ねじ込みＣＲＤＭハウジングの機械加工された端部面と、図３８～図４０に示すねじ込みアダプタの非ねじ込み端部との間に画定される、ギャップを示している。

【図４２】本開示の少なくとも１つの態様による、接合された構成での、図４１に示すねじ込みアダプタ及び非ねじ込みＣＲＤＭハウジングを示している。

【図４３】本開示の少なくとも１つの態様による、図４２に示す非ねじ込みＣＲＤＭハウジング及びねじ込みアダプタによって画定される、機械加工されたボアを示している。

【図４４】本開示の少なくとも１つの態様による、図４２及び図４３に示す接合部の機械加工／接地ＯＤを示している。

【図４５】本開示の少なくとも１つの態様による、反応器容器ヘッドの下に設置され、かつ延長管を受容する準備ができていて、図３８～図４４に示す接合されたねじ込みアダプタ及び非ねじ込みＣＲＤＭハウジングを示している。

10

【図４６】本開示の少なくとも１つの態様による、反応器容器ヘッドの下に設置され、かつ延長管を受容する準備ができていて、図３８～図４５に示す接合されたねじ込みアダプタ及び非ねじ込みＣＲＤＭハウジングを示している。

【図４７】本開示の少なくとも１つの態様による、反応器容器ヘッドの下から図３８～図４６に示すような非ねじ込みＣＲＤＭハウジングに取り付けられたねじ込みアダプタに設置された延長管のねじ込みアダプタを示している。

【図４８】本開示の少なくとも１つの態様による、延長管のねじ込みアダプタと、図３８～図４７に示す非ねじ込みＣＲＤＭハウジングのねじ込みアダプタとの間の保持フレット溶接を示している。

20

【発明を実施するための形態】

【００１６】

本出願は、「ANTI-ROTATION ARRANGEMENTS FOR THE RMAL SLEEVES」と題する、２０２０年２月２０日に出願されたＰＣＴ／ＵＳ ２０２０／０１９１１６、弁護士整理番号２００４５７ＰＣＴに関し、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

【００１７】

核反応器内のサーマルスリーブを排除するための方法、又はより具体的には、サーマルスリーブを、詳細に核反応器の制御ロッド駆動機構（ＣＲＤＭ）貫通ハウジングに直接的に取り付ける延長管で置換する方法の様々な態様を説明する前に、例示的態様は、添付図面及び説明に図示される部品の構成及び配設の詳細への適用又は使用に限定されないことに留意されたい。例示的な態様は、他の態様、変形例、及び修正例において実装又は組み込まれ得、かつ様々な方式で実践又は実施され得る。更に、別段の示唆がない限り、本明細書で利用される用語及び表現は、読者の利便性のために例示的な態様を説明する目的で選択されており、その限定を目的としていない。

30

【００１８】

更に、以下に記載の形態、形態の表現、実施例のうちの任意の１つ以上を、他の以下に記載の形態、形態の表現、及び実施例のうちの任意の１つ以上と組み合わせることができることが理解される。

40

【００１９】

一態様では、本開示は、上述のように、核反応器内のサーマルスリーブを排除するための方法を対象とする。別の態様では、本開示は、サーマルスリーブを、核反応器のＣＲＤＭ貫通ハウジングに直接的に取り付ける延長管で置換するための方法を対象とする。一態様では、サーマルスリーブは、サーマルスリーブ取り外しのための既存の機器及びプロセスを使用して、反応器容器閉鎖ヘッド（ＲＶＣＨ）の下から取り外され得る。ＣＲＤＭ貫通ハウジングに直接的に取り付ける延長管が、設置されている。一態様によれば、サーマルスリーブを排除するために必要とされる２つの主要構成要素がある。第１は、管であり、第２は、上部ガイドスリーブである。上部ガイドスリーブの目的は、ラッチストッププレートを通してＣＲＤＭへの駆動ロッドの最終ガイダンスを提供することである。

50

【 0 0 2 0 】

一般的に、C R D M貫通ハウジングには、ねじ込み及び非ねじ込みの2つのスタイルがある。ねじ込み貫通には、3 3 / 4 " - 8 U N - 2 Aねじがある。非ねじ込み貫通は、O D及びI Dの両方を面間遷移上に半径を有する、むき出しの管端を有する。

【 0 0 2 1 】

ねじ込み貫通の場合、延長管は、ねじ込み及び締められた時に既存のサーマルスリーブと同じ高さにファンネル高さを設定するであろう、特定の長さに製造され得る。ねじ山のない貫通については、貫通ノズルを貫通部に溶接して、延長管を取り付けるための適切な雄ねじを提供することができる。

【 0 0 2 2 】

特別な圧縮可能ガイドスリーブ (C G S) は、例えば、R V C H及びA P 1 0 0 0加圧水反応器の置換においてガイドスリーブが行うのと同じ機能を提供するように設計されている。C G Sは、拡張管と共にR V C Hの下から設置され得る。本開示は、拡張管をサーピス内R V C Hに改良する、新しく革新的なプロセスを提供する。

【 0 0 2 3 】

フランジ及び/又はI D / O D摩耗を示すサーマルスリーブは、電源復帰が可能になる前に費用のかかる修理を必要とする定期的なメンテナンス費用及び故障を排除するために、延長管の排除及び置換に好適な候補である。P W R O Gプログラムを通した摩耗予測を使用して、最終的に介入を必要とするサーマルスリーブを識別することができる。積極的な排除とエンジニアリングの正当性を組み合わせることにより、様々なタイプの摩耗に対する将来のサーマルスリーブ検査を排除又は大幅に遅延させることができる。

【 0 0 2 4 】

図1は、C R D Mハウジング8から下向きに延在している複数のヘッド貫通ノズル6によって貫通された反応器容器4の一部分を示す、従来の核反応器2の上部の概略横断面図である。図2は、C R D Mハウジング8、ヘッド貫通ノズル6、及びサーマルスリーブ10を示す、従来の反応器容器ヘッド貫通の概略横断面図である。図1並びに図2の断面図を引き続き参照すると、ガイドファンネル12を含むサーマルスリーブ10は、各ガイドファンネル12が反応器容器4内の上部支持プレート16から延在している対応するガイド管14の真上に位置付けられ、かつそこから距離を置くように、各C R D Mハウジング8の下各ヘッド貫通ノズル6内に位置付けられる。サーマルスリーブ10は、領域15 (図2)内を除き、反応器容器4内のヘッド貫通ノズル6内に収容され、ここでサーマルスリーブ10は、反応器冷却剤に曝露される。

【 0 0 2 5 】

現在考えられていることは、図1及び図2に示す領域13におけるサーマルスリーブ10及びヘッド貫通ノズル6の摩耗は、サーマルスリーブ10の中心軸18の周りのヘッド貫通ノズル6内のサーマルスリーブ10の回転から生じることである。反応器容器4内に流れる反応器冷却剤内の渦は、サーマルスリーブ10と接触し (すなわち、領域15で) 、サーマルスリーブ10がヘッド貫通ノズル6に対してその中心軸18の周りを回転すると考えられる。

【 0 0 2 6 】

本開示は、核反応器2のサーマルスリーブ10を排除するための方法、より具体的には、核反応器2のC R D M貫通ハウジング6に直接的に取り付けられた延長管で、核反応器2のサーマルスリーブ10を置換する方法を提供する。これらの方法は、長期間にわたって、複数の変動したサーマルスリーブ10の検査の必要性を除去するために、永久的なサーマルスリーブ10の置換の強固かつ反復的な必要性を実現する。

【 0 0 2 7 】

図3は、摩耗されていない状態のサーマルスリーブ110及びC D R Mハウジング108の断面図100である。サーマルスリーブ110は、摩耗の対象となる外径114 (O D) 及び内径116 (I D) を画定する、フランジ112を含む。サーマルスリーブ110は、核反応器の上部ヘッドとC R D M貫通ハウジング108との間で摩耗することが観

10

20

30

40

50

察されている。

【 0 0 2 8 】

図 4 は、実質的に摩耗した状態のサーマルスリーブ 1 1 0 及び C D R Mハウジング 1 0 8 の断面図 1 2 0 である。上述のように、サーマルスリーブ 1 1 0 は、フランジ 1 1 2、並びに O D 1 1 4 及び I D 1 1 6 での実質的な摩耗を示している。この摩耗は、サーマルスリーブ 1 1 0 の落下によって明らかになる場合がある。

【 0 0 2 9 】

図 5 は、サーマルスリーブ 1 1 0 分離点までの摩耗状態にあるサーマルスリーブ 1 1 0 及び C D R Mハウジングの断面図 1 4 0 である。示されるように、サーマルスリーブ 1 1 0 は、サーマルスリーブ 1 1 0 の分離をもたらすクラック 1 1 8 を発達した。断面図 1 4 0 はまた、図 4 に示される断面図 1 2 0 に対するフランジ 1 1 2、O D 1 1 4、及び I D 1 1 6 のさらなる摩耗を示す。

10

【 0 0 3 0 】

図 1 ~ 図 5 を参照すると、延長管は、現在、サーマルスリーブ 1 0 (図 1 及び図 2)、1 1 0 (図 3 ~ 図 5) が設置されている、様々な反応器容器 4 (図 1) のヘッドに改良することができる。典型的な C R D M貫通設計は、反応器容器 4 のヘッドを通して突出する「ねじ込み」又は「非ねじ込み」端部のいずれかを有する。また図 6 を参照すると、サーマルスリーブ 1 0、1 1 0 の代わりに核反応器 4 に設置され得る、延長管 2 0 0 が示されている。延長管 2 0 0 は、一度設置され、かつねじ込み貫通ノズルにねじ込み可能に結合された反応器容器 4 のヘッドを通して突出するであろう、実質的に円筒形の本体 2 0 2 と、ねじ込み端部 2 0 4 と、を備える。図 7 は、サーマルスリーブ 1 0、1 1 0 の代わりに核反応器 4 内に設置され得る、延長管 2 4 0 を示している。延長管 2 4 0 は、例えば、一度設置されると反応器容器 4 のヘッドを通して突出し、かつ好適な溶接によって非ねじ込み貫通ノズルに結合するであろう、実質的に円筒形の本体 2 4 2 と、非ねじ込み端部 2 4 4 と、を備える。

20

【 0 0 3 1 】

図 8 は、C R D Mハウジング 3 0 8 から下向きに延在している複数のヘッド貫通ノズル 3 0 6 によって貫通された反応器容器ヘッド 3 0 4 の一部分を示す、従来の核反応器 3 0 2 の上部の概略断面図である。延長管 3 1 0 は、ヘッド貫通ノズル 3 0 6 の遠位端 3 1 4 に結合される。延長管の遠位端 3 1 6 は、ガイドファンネル 3 1 2 を含む。ヘッド貫通ノズル 3 0 6 は、圧縮可能ガイドスリーブ 3 1 8 を含む。ねじ込み貫通アダプタ 3 2 0 は、延長管 3 1 0 とヘッド貫通ノズル 3 0 6 との間に結合される。一態様では、ねじ込み貫通アダプタ 3 2 0 は、非ねじ込みヘッド貫通ノズル 3 0 6 への延長管 3 1 0 の設置を容易にするために、非ねじ込み貫通ノズル 3 0 6 に採用される。ねじ込み貫通アダプタ 3 2 0 は、非ねじ込みヘッド貫通ノズル 3 0 6 の端部に溶接される。圧縮可能ガイドスリーブ 3 1 8 は、「T H E R M A L S L E E V E」と題する、2 0 1 9 年 1 月 3 0 日に出願された共有特許出願第 P C T / U S 2 0 1 9 / 0 1 5 7 9 7 号に更に記載されており、参照によりその全体が本明細書に組み込まれる。

30

【 0 0 3 2 】

図 9 は、延長管 3 1 0 とヘッド貫通ノズル 3 0 6 との間に結合された、ねじ込み貫通アダプタ 3 2 0 の断面図である。ねじ込み貫通アダプタ 3 2 0 は、ヘッド貫通ノズル 3 0 6 の非ねじ込み端部と結合するように適合され、かつ構成されている上端部と、延長管 3 1 0 と結合するように適合され、かつ構成されている下端部と、を有する、本体 3 2 2 を含む。一態様では、ねじ込み貫通アダプタ 3 2 0 の本体 3 2 2 の上端部は、接続部 3 2 4 で非ねじ込みヘッド貫通ノズル 3 0 6 に溶接され得、ねじ込みアダプタ本体 3 2 2 の下端部は、接続部 3 2 6 で延長管 3 1 0 に溶接され得る。一態様では、接続部 3 2 6 は、延長管 3 1 0 の二金属溶接で鋼材に移行する。様々な態様では、ねじ込み貫通アダプタ 3 2 0 は、例えば、非ねじ込みヘッド貫通ノズル 3 0 6 及び / 又は延長管 3 1 0 にねじ込み可能に結合するねじを含み得る。

40

【 0 0 3 3 】

50

図10は、延長管310を有するヘッド貫通ノズル306の断面図である。ヘッド貫通ノズル306は、ラッチハウジング336から下向きに延在しており、反応器容器ヘッド304を貫通する。ラッチハウジング336は、CRDMモータ330及び圧縮可能ガイドスリーブ332を含む。ラッチハウジング336は、二金属溶接334を介してヘッド貫通ノズル306に結合される。ヘッド貫通ノズル306は、ねじ込み貫通アダプタ320を通して反応器容器ヘッド304内の延長管310に結合される。延長管310は、ガイドファンネル312に結合される。図10に示すように、ヘッド貫通ノズル306のサーマルスリーブは、延長管310によって置換されている。

【0034】

図11は、反応器容器ヘッド304を通して位置するヘッド貫通ノズル306の断面図である。反応器容器ヘッド304の外側のヘッド貫通ノズルの端部は、CRDMヘッドアダプタ337を備える。ヘッド貫通ノズル306は、通常、顕著に欠落しているサーマルスリーブを含む、空間338を画定する。

10

【0035】

図12は、延長管310を有するヘッド貫通ノズル306の断面図である。ヘッド貫通ノズル306は、オプションのねじ込み貫通アダプタ320を介して延長管310に結合される。図14に詳細に示される圧縮可能ガイドスリーブ332は、通常、ヘッド貫通ノズル306によって画定される空間340内に含有される。

【0036】

図13は、図12に示すようなヘッド貫通ノズル306によって画定される空間340内に受容される、圧縮可能ガイドスリーブ332の斜視図である。圧縮可能ガイドスリーブ332は、圧縮性及び剛性のための3葉の圧縮可能フレックスセクション342を備える。様々な態様では、圧縮可能ガイドスリーブは、少なくとも2つ及び3つ以上の圧縮可能スリーブを備え得る。葉の圧縮可能フレックスセクション342の各々は、CRDMハウジング308内に位置付けられるフランジ344を含む。圧縮可能ガイドスリーブ332は、ラッチハウジング336(図10)内への駆動ロッドの案内を容易にするために、CRDM貫通部に設置される。圧縮可能ガイドスリーブ332の底部端部は、整列特徴部346を備える。新しいRVCHにおける既存のサーマルスリーブ排除修正は、切断されたサーマルスリーブと類似したより小さなガイドスリーブを採用する。ガイドスリーブの目的は、CRDMラッチアセンブリへの駆動ロッドの案内を提供することである。圧縮可能ガイドスリーブ332は、ガイドスリーブと同じ機能を果たし、延長管310がヘッド貫通ノズル306に設置された後、反応器容器ヘッド304(図8～図12)の下から設置される。圧縮可能ガイドスリーブ332の設計は、CRDM貫通部を通して設置されるのに十分な可撓性を有することを可能にするが、また、設置前に圧縮可能ガイドスリーブ332を圧縮するための専用固定具を必要とするほど剛性/剛直である。この剛性は、原子力発電所の設計基準条件の全てにおいて、この剛性を適切な場所に維持するのに十分である。

20

30

【0037】

延長管310の設置プロセス全体は、RVCHの下に発生し、CRDMの修正又は除去を必要とせず、上部内部構成要素の修正を必要としない。アンダーザヘッド(Under-the-head)インストールプロセスは既知であり、本出願の所有者によって開発されている。サーマルスリーブを延長管310全体と置換することで、設置場所における将来のサーマルスリーブの摩耗が全て排除される。延長管310は、その寿命を通して摩耗の検査を必要としない。

40

【0038】

図14は、ガイドファンネル312及びねじ込み貫通アダプタ320を有する、延長管310を示している。一態様では、ガイドファンネル312は、折り畳み可能であり、かつCRDM又は燃料損傷がヘッド設置中にずれた場合に発生する前に故障するように構成されている。一態様では、ねじ込み貫通アダプタ320は、ヘッド貫通ノズル306(図8～図13)の雄ねじ349(図17)にねじ込み可能に結合する雌ねじ348を有する

50

ねじ込み端部を含む。サーマルスリーブ置換プロセスの間、保持フィレット溶接 3 5 2 は、接続を安定化するために、ねじ込み貫通アダプタ 3 2 0 とヘッド貫通ノズル 3 0 6 との間に提供される。ねじ込み貫通アダプタ 3 2 0 は、溶接 3 5 4 によって延長管 3 1 0 に結合される。延長管 3 1 0 は、保持フィレット溶接 3 5 6 によってガイドファンネル 3 1 2 に結合される。

【 0 0 3 9 】

図 1 5 は、取り外しを必要とするサーマルスリーブを取り外すためのプロセス 4 0 0 である。ここで、プロセス 4 0 0 を図 1 ~ 図 5 及び図 1 5 を参照して説明する。取り外しを必要とするサーマルスリーブ 1 0 (図 1 及び図 2)、1 1 0 (図 3 ~ 図 5) が識別される 4 0 2。サーマルスリーブ 1 0、1 1 0 の ID は、フラップ式であり、洗浄されている 4 0 4。電気放電加工 (EDM) ヘッドは、サーマルスリーブ 1 0、1 1 0 の 1 つのセクション上に設置され 4 0 6、一連の切断が行われる。一連の切断が完了すると、サーマルスリーブ 1 0、1 1 0 は取り外され 4 0 8、ヘッド貫通ノズル 3 0 6 は洗浄され、かつ検査される 4 1 0。サーマルスリーブ 1 0、1 1 0 の取り外しは、これで完了である 4 1 2。

【 0 0 4 0 】

図 1 6 は、ねじ込み延長管を設置するためのプロセス 4 4 0 である。ここで、プロセス 4 4 0 を図 1 ~ 図 5、図 8 ~ 図 1 4、及び図 1 6 を参照して説明する。サーマルスリーブ 1 0、1 1 0 が取り外される 4 4 2 と、ねじ込み延長管 3 1 0 が設置される 4 4 4。延長管 3 1 0 は、トルクツールを使用して、ヘッド貫通ノズル 3 0 6 に対してトルクがかけられる 4 4 6。延長管 3 1 0 の整列が計測される 4 4 8。保持フィレット溶接 3 5 2 が設置される 4 5 0。圧縮可能ガイドスリーブ 3 3 2 が設置され 4 5 2、延長管 3 1 0 の整列が最終的に計測される 4 5 4。これで設置は完了し、延長管 3 1 0 は、その最後に設置される配設にある 4 5 6。ここで、延長管設置プロセス 4 4 0 の詳細をより詳細に説明する。

【 0 0 4 1 】

更に図 1 6、図 1 7 及び図 1 8 を参照して、ねじ込み延長管 3 1 0 を設置するプロセス ステップ 4 4 4 を示している。図 1 7 に示すように、ねじ込み貫通アダプタ 3 2 0 を備える延長管 3 1 0 は、反応器容器ヘッド 3 0 4 を通って延在するねじ込みヘッド貫通ノズル 3 0 6 と整列する。ねじ込みヘッド貫通ノズル 3 0 6 は、ねじ込み貫通アダプタ 3 2 0 のねじ込み端部の雌ねじ 3 4 8 をねじ込み可能に結合するように構成された雄ねじ 3 4 9 を有するねじ込み端部 3 0 7 を備える。先で考察されるように、ねじ込み貫通アダプタ 3 2 0 は、溶接 3 5 4 によって延長管 3 1 0 に結合される。図 1 8 に示すように、ねじ込み貫通アダプタ 3 2 0 のねじ込み端部の雌ねじ 3 4 8 は、ねじ込み貫通アダプタ 3 2 0 のねじ込み端部 3 0 7 の雄ねじ 3 4 9 にねじ込み可能に結合される。

【 0 0 4 2 】

更に図 1 6 ~ 図 1 8 を参照すると、図 1 9 及び図 2 0 は、トルクツール 5 0 0 を使用して、ヘッド貫通ノズル 3 0 6 に対して延長管 3 1 0 にトルクをかけること 4 4 6 を示している。

【 0 0 4 3 】

更に図 1 6 ~ 図 2 0 を参照すると、図 2 1 ~ 図 2 3 は、ヘッド貫通ノズル 3 0 6 に適切にトルクをかけた 4 4 6 後に、延長管 3 1 0 の整列を計測するプロセス 4 4 8 を示しており、ここで、図 2 1 は、延長管 3 1 0 の整列計測試験の断面図 5 2 0 であり、図 2 2 は、計測 4 4 8 プロセスで使用されるゲージ 5 2 2 の斜視図であり、図 2 3 は、延長管 3 1 0 に対する駆動ロッド 5 3 0 の整列の断面図である。ゲージ 5 2 2 は、延長管 3 1 0、ヘッド貫通ノズル 3 0 6 を通ってガイドファンネル 3 1 2 内に、CRDMハウジング 3 0 8 内に挿入される。ゲージ 5 2 2 は、回転して、ガイドファンネル 3 1 2 に嵌合する。延長管 3 1 0 の整列は、公称中心線から許容される最大オフセットを有する公称中心線に対して測定される。データ A は、延長管 3 1 0 に沿った点、並びにガイド管 3 1 2 の近くで延長管 3 1 0 の端部に位置するゲージ 5 2 2 から放射状に延在する第 1 の放射状オフセット 5 2 4、反応器容器ヘッド 3 0 4 のすぐ外側でヘッド貫通ノズル 3 0 6 内に位置する第 2 の放射状オフセット 5 2 6、及び CRDMハウジング 3 0 8 内に位置する第 3 の放射状オフ

10

20

30

40

50

セット 5 2 8 で測定される。データ A に対するシフトの量は、各放射状のオフセット 5 2 4、2 5 6、5 2 8 位置で決定される。図 2 3 では、駆動ロッド 5 3 2 の整列が、ガイドファンネル 3 1 2 の入口に対して示されている。

【 0 0 4 4 】

延長管 3 1 0 の整列の計測 4 4 8 が終わると、保持フィレット溶接 3 5 2 が設置される 4 5 0。更に図 1 6 ~ 図 2 3 を参照すると、図 2 4 は、ヘッド貫通ノズル 3 0 6 のねじ込み端部 3 0 7 と、溶接 3 5 4 によって延長管 3 1 0 に結合されたねじ込み貫通アダプタ 3 2 0 との間に設置された 4 5 0 保持フィレット溶接 3 5 2 を示している。

【 0 0 4 5 】

保持フィレット溶接 3 5 2 の設置 4 5 0 に続いて、圧縮可能ガイドスリーブ 3 3 2 が設置される 4 5 2。更に図 1 6 ~ 図 2 4 を参照すると、図 2 5 ~ 図 2 9 は、圧縮可能ガイドスリーブ 3 3 2 を設置するプロセス 4 5 2 を示している。図 2 5 に示すように、圧縮可能ガイドスリーブ 3 3 2 の 3 つの葉の圧縮可能フレックスセクション 3 4 2 は、圧縮可能フレックスセクション 3 4 2 のフランジ 3 4 4 をガイドファンネル 3 1 2 への導入に好適なサイズに収縮させるために圧縮されている。図 2 6 は、圧縮可能ガイドスリーブ 3 3 2 をガイドノズル 3 1 2 内に挿入する前に、圧縮可能ガイドスリーブ 3 3 2 を圧縮するために採用され得る、圧縮ツール 5 3 6 を示している。図 2 7 は、圧縮可能フレックスセクション 3 4 2 のフランジ 3 4 4 が、ヘッド貫通ノズル 3 0 6 の C R D M ヘッドアダプタ 3 3 7 セクション内に画定されたカウンターボアレッジ 5 3 6 のすぐ上に位置付けられるように、ヘッド貫通ノズル 3 0 6 及び C R D M ヘッドアダプタ 3 3 7 を通して挿入されたその圧縮構成における圧縮可能ガイドスリーブ 3 3 2 を示している。図 2 8 では、圧縮可能ガイドスリーブ 3 3 2 の圧縮可能フレックスセクション 3 4 2 は、圧縮可能フレックスセクション 3 4 2 のフランジ 3 4 4 が、ヘッド貫通ノズル 3 0 6 の C R D M ヘッドアダプタ 3 3 7 セクション内に画定されたカウンターボアレッジ 5 3 6 と係合するように解除されている。カウンターボアレッジ 5 3 4 は、ヘッド貫通ノズル 3 0 6 の C R D M ヘッドアダプタ 3 3 7 セクション内に、圧縮可能ガイドスリーブ 3 3 2 を保持する。図 2 9 は、その最終設置状態の圧縮可能ガイドスリーブ 3 3 2 を示している。ここで、延長管 3 1 0 の最終計測 4 5 4 を実施することができる。

【 0 0 4 6 】

更に図 1 6 ~ 図 2 9 を参照すると、図 3 0 ~ 図 3 3 は、延長管 3 1 0 の最終設置配設 4 5 6 を示している。図 3 0 は、反応器容器ヘッド 3 0 4 の内部に設置されたヘッド貫通ノズル 3 0 6 に結合された延長管 3 1 0 を示す、反応器容器ヘッド 3 0 4 の断面図である。図 3 1 は、延長管保持溶接 3 5 2 を示す、ヘッド貫通ノズル 3 0 6 に結合された設置された延長管 3 1 0 の詳細図である。図 3 2 は、反応器容器ヘッド 3 0 4 の内部に設置されたヘッド貫通ノズル 3 0 6 に結合された延長管 3 1 0 の断面図である。図 3 3 は、反応器容器ヘッド 3 0 4 の内部に設置されたヘッド貫通ノズル 3 0 6 に結合された延長管 3 1 0 の立面図である。

【 0 0 4 7 】

図 3 4 は、摩耗、損傷、又はサイズミスマッチのために使用できないねじ 5 5 2 を有するヘッド貫通ノズル 3 0 6 を示している。図 3 5 は、図 3 4 に示されるヘッド貫通ノズル 3 0 6 の断面図である。ここで図 1 7、図 3 4、及び図 3 5 を参照すると、C R D M ヘッド貫通ノズル 3 0 6 のねじ込み端部 3 0 7 上の雄ねじ 3 4 9 が、摩耗、損傷、又はサイズミスマッチのために使用できない場合に、一態様では、ねじ込みアダプタ 5 5 0 が偶発として採用され得る。ねじ込みアダプタ 5 5 0 は、ヘッド貫通ノズル 3 1 0 の雄ねじ 3 4 9 の下に溶接される 5 5 4。ねじ込みアダプタ 5 5 0 は、延長管 3 1 0 のねじ込みアダプタ 3 2 0 上に雌ねじ 3 4 8 をねじ込み可能に結合するのに好適な雄ねじ 5 5 2 を含む。

【 0 0 4 8 】

延長管 3 1 0 の現場での設置は、ねじ込みヘッド貫通ノズル 3 0 6 を備える C R D M ハウジングのない原子力発電所ではより複雑になる。溶接のための非ねじ込み C R D M ハウジングを準備するため、並びに溶接後の洗浄を実施するために、追加のフィールド機械加

10

20

30

40

50

工が必要となる。延長管 3 1 0 の設計は、ねじ込み C R D Mハウジングと非ねじ込み C R D Mハウジングとの間で共通なままである。非ねじ込み C R D Mハウジング上に延長管 3 1 0 を設置するためのプロセスを、以下に記載する。

【 0 0 4 9 】

図 3 6 は、非ねじ込み C R D Mハウジング上に延長管を設置するためのプロセス 6 0 0 である。また図 3 7 ~ 図 3 9 を参照すると、プロセス 6 0 0 は、非ねじ込み C R D Mハウジング 6 5 0 を機械加工すること 6 0 2 から始まる。言い換えれば、C R D Mハウジング 6 5 0 は、図 3 ~ 図 3 5 を参照して記載したように雄ねじ 3 4 9 を有するねじ込み端部 3 0 7 を有するねじ込みヘッド貫通ノズルを含まない。図 3 7 は、機械加工前の非ねじ込み C R D Mハウジング 6 5 0 の断面図である。機械加工 6 0 2 工程は、機械溶接のための非ねじ込み C R D Mハウジング 6 5 0 の幾何学的形状の面 6 5 2 (図 3 7 、事前機械加工) を準備することと、非ねじ込み C R D Mハウジング 6 5 0 の I D ボア 6 5 4 を戻すことと、を含む。図 3 8 は、機械加工 6 0 2 後の非ねじ込み C R D Mハウジング 6 5 0 の断面図である。図 3 9 は、図 3 8 に示す非ねじ込み C R D Mハウジングの断面図の詳細図である。図 3 8 及び図 3 9 に示すように、非ねじ込み C R D Mハウジング 6 5 0 の面 6 5 6 (機械加工後) は、半径を除去し、かつ準備溶接を設置するために機械加工される。図 3 9 は、非ねじ込み C R D Mハウジング 6 5 0 の機械加工された面 6 5 6 の詳細図を示している。

10

【 0 0 5 0 】

図 4 1 は、非ねじ込み C R D Mハウジング 6 5 0 の機械加工された端部面 6 5 6 と、ねじ込みアダプタ 6 6 0 の非ねじ込み端部 6 5 4 との間に画定される、ギャップ 6 6 8 を示している。図 3 6 ~ 図 3 9 を引き続き参照し、また図 1 4 及び図 4 0 及び図 4 1 を参照すると、プロセス 6 0 0 の次のステップは、ねじ込みアダプタ 6 6 0 を機械加工された非ねじ C R D Mハウジング 6 5 0 に設置し、かつ整列させること 6 0 4 である。図 4 0 に示すように、ねじ込みアダプタ 6 6 0 は、延長管 3 1 0 の雌ねじ 3 4 8 (例えば、図 1 4 を参照) を受容するようにサイズ設定及び構成された雄ねじ 6 6 2 と、非ねじ C R D Mハウジング 6 5 0 の機械加工された端部面 6 5 6 に当接するように構成された非ねじ端部 6 6 4 と、を備える。ねじ込みアダプタ 6 6 0 はまた、ボア 6 7 0 を画定する。図 4 1 に示すように、ギャップ 6 6 8 は、非ねじ込み C R D Mハウジング 6 5 0 の機械加工された端部面 6 5 6 と、ねじ込みアダプタ 6 5 0 の非ねじ込み端部との間に画定される。

20

【 0 0 5 1 】

図 4 2 は、非ねじ込み C R D Mハウジング 6 5 0 に接合されたねじ込みアダプタ 6 6 0 を示している。図 3 6 ~ 図 4 1 を引き続き参照し、また図 4 2 を参照すると、プロセス 6 0 0 の次のステップは、ねじ込みアダプタ 6 6 0 を非ねじ込み C R D Mハウジング 6 5 0 に接合すること 6 0 6 である。一態様では、ねじ込みアダプタ 6 6 0 は、貫通溶接技術によって C R D Mハウジングに接合されて 6 0 6 、接合部 6 7 2 を形成する。一態様では、ねじ込みアダプタ 6 6 0 は、充填剤材料と接合部 6 7 2 の根元との間にギャップのない、ねじ込みアダプタ 6 6 0 を非ねじ込み C R D Mハウジング 6 5 0 に接合する 6 0 6 、完全貫通溶接によって、非ねじ込み C R D Mハウジング 6 5 0 に接合され得る 6 0 6 。一態様では、ねじ込みアダプタ 6 6 0 は、例えば、特殊半自動ガスタングステンアーク溶接 (G T A W) 溶接ヘッドを使用して実施され得る非ねじ込み C R D Mハウジング 6 5 0 に溶接され得る。

30

40

【 0 0 5 2 】

図 4 3 は、非ねじ込み C R D Mハウジング及びねじ込みアダプタによって画定される機械加工されたボア 6 5 4 、 6 7 0 を示している。図 3 6 ~ 図 4 2 を引き続き参照し、また図 4 3 を参照すると、プロセス 6 0 0 の次のステップは、ねじ込みアダプタ 6 6 0 によって画定されるボア 6 7 0 、及び / 又は非ねじ込み C R D Mハウジング 6 5 0 によって画定されるボア 6 5 4 を機械加工すること 6 0 8 である。このステップでは、一体型バックリング / 整列リングを取り外す。

【 0 0 5 3 】

図 4 4 は、接合部 6 7 2 の機械加工 / 接地 O D 6 7 4 を示している。図 3 6 ~ 図 4 3 を

50

引き続き参照し、また図 4 4 を参照すると、プロセス 6 0 0 の次のステップは、検査のために、貫通溶接キャップなどの接合部 6 7 2 の O D 6 7 4 を機械加工 / 研削 6 1 0 することである。図 4 5 及び図 4 6 は、反応器容器ヘッド 3 0 4 の下に設置され、かつ延長管 3 1 0 を受容する準備ができていて、非ねじ込み C R D Mハウジング 6 5 0 に設置されたねじ込みアダプタ 6 6 0 を示している。

【 0 0 5 4 】

図 4 7 は、反応器容器ヘッド 3 0 4 の下から非ねじ込み C R D Mハウジングに取り付けられたねじ込みアダプタ上に設置された延長管 3 1 0 のねじ込みアダプタ 3 2 0 を示している。図 3 6 ~ 図 4 6 を引き続き参照し、また図 1 4 及び図 4 7 を参照すると、プロセス 6 0 0 の次のステップは、反応器容器ヘッド 3 0 4 の下から非ねじ込み C R D Mハウジングに取り付けられたねじ込みアダプタ 6 6 0 上に、延長管 3 1 0 のねじ込みアダプタ 3 2 0 を設置することである。このステップは、1 7 ~ 2 0 を参照した上述の様式と同様の様式で、延長管 3 1 0 をねじ込み、ねじ込みアダプタ 6 6 0 上にトルクをかけることを含む。

10

【 0 0 5 5 】

図 4 8 は、延長管 3 1 0 のねじ込みアダプタ 3 2 0 と、非ねじ込み C R D Mハウジング 6 5 0 のねじ込みアダプタ 6 6 0 との間の保持フィレット溶接 6 7 4 を示している。図 3 6 ~ 図 4 7 を引き続き参照し、また図 1 4 及び図 4 8 を参照すると、プロセス 6 0 0 の次のステップは、保持フィレット溶接 6 7 4 を設置すること 6 1 4 である。プロセス 6 0 0 は、例えば、図 8 ~ 図 1 4 を参照して上述したようにガイドファンネル 3 1 2 を設置することを含み得る。プロセス 6 0 0 は、例えば、図 2 1 ~ 図 2 3 を参照して上述したものと 同じプロセスを使用して、延長管の整列を計測することを更に含み得る。プロセス 6 0 0 は、例えば、図 2 5 ~ 図 2 9 を参照して上述したものと 同じプロセスを使用して、圧縮可能ガイドスリーブ 3 3 2 を設置することを更に含み得る。

20

【 0 0 5 6 】

説明の目的で特定の態様が本明細書に図示及び説明されているが、同じ目的を達成するために計算された幅広い種類の代替及び / 又は同等の態様又は実装は、本開示の範囲から逸脱することなく、示され、かつ説明される態様に代用され得る。本出願は、本明細書で考察される実施形態の任意の適合又は変形を包含することを意図している。

【 0 0 5 7 】

本開示の様々な態様の方法及び / 又はシステムの例が以下に提供される。方法及び / 又はシステムの態様は、以下に記載される実施例のうちの任意の 1 つ又は 2 つ以上、及び任意の組み合わせを含み得る。

30

【 0 0 5 8 】

実施例 1 - ねじ込みヘッド貫通ノズル及びそこに配置されるサーマルスリーブを有する制御ロッド駆動機構 (C R D M) ハウジングを備える核反応器内に、延長管を設置するための方法。方法は、サーマルスリーブをねじ込みヘッド貫通ノズルから取り外すことと、延長管を、ヘッド貫通ノズルのねじ込み端部と整列させることと、を含む。延長管は、ねじ込み端部及び非ねじ込み端部を備え、ねじ込み端部は、ねじ込みヘッド貫通ノズルにねじ込み可能に結合するようにサイズ設定及び構成されている。方法は、延長管のねじ込み端部を、ねじ込みヘッド貫通ノズルのねじ込み端部にねじ込むことと、ねじ込みヘッド貫通ノズルのねじ込み端部に対して、延長管にトルクをかけることと、延長管のねじ込みヘッド貫通ノズルに対する整列を計測することと、延長管とねじ込みヘッド貫通ノズルのねじ込み端部との間に、保持フィレット溶接を設置することと、延長管の非ねじ込み端部にガイドファンネルを設置することと、を更に含む。

40

【 0 0 5 9 】

実施例 2 - 圧縮可能ガイドスリーブを C R D Mハウジングに設置することを含む、実施例 1 に記載の方法。

【 0 0 6 0 】

実施例 3 - 圧縮可能ガイドスリーブを C R D Mハウジングに設置することが、圧縮可能ガイドスリーブを圧縮することと、延長管、ヘッド貫通ノズル、及び C R D Mハウジング

50

を通して、圧縮されたガイドスリーブをガイドファンネル内に挿入することと、を含む、実施例 2 に記載の方法。圧縮可能ガイドスリーブを C R D Mハウジングに設置することは、C R D Mハウジングに保持可能に結合するために、圧縮可能ガイドスリーブの圧縮を解除することを更に含む。

【 0 0 6 1 】

実施例 4 - 圧縮可能ガイドスリーブが、複数の葉の圧縮可能フレックスセクションを備え、複数の葉の圧縮可能フレックスセクションの各々が、フランジを備える、実施例 2 又は 3 に記載の方法。方法は、圧縮されたガイドスリーブをガイドファンネル内に挿入する前に、フランジを収縮させるために、複数の葉の圧縮可能フレックスセクションを圧縮することと、C R D Mハウジング内への挿入後に、フランジを解除して、C R D Mハウジン

10

【 0 0 6 2 】

実施例 5 - 延長管の整列の最終計測を実施することを含む、実施例 1 ~ 4 のいずれか 1 つに記載の方法。

【 0 0 6 3 】

実施例 6 - 圧縮可能ガイドスリーブが、反応器容器ヘッドの下的位置からガイドファンネル内に挿入される、実施例 2 ~ 5 のいずれか 1 つに記載の方法。

【 0 0 6 4 】

実施例 7 - 延長管が、反応器容器ヘッドの下的位置から設置される、実施例 1 ~ 6 のいずれか 1 つに記載の方法。

20

【 0 0 6 5 】

実施例 8 - 延長管を、ヘッド貫通ノズルのねじ込み端部と整列させ、延長管のねじ込み端部を、ねじ込みヘッド貫通ノズルのねじ込み端部にねじ込む前に、方法が、ねじ込みヘッド貫通ノズルのねじ込み端部にねじ込みアダプタを接合することであって、ねじ込みアダプタが、延長管のねじ込み端部にねじ込み可能に結合するようにサイズ設定及び構成されている、雄ねじを備える、接合することを含む、実施例 1 ~ 7 のうちのいずれか 1 つに記載の方法。

【 0 0 6 6 】

実施例 9 - 非ねじ込みヘッド貫通ノズル及びそこに配置されるサーマルスリーブを有する、制御ロッド駆動機構 (C R D M) ハウジングを備える核反応器内に、延長管を設置するための方法。方法は、非ねじ込み C R D Mハウジングを機械加工することと、非ねじ込み C R D Mハウジングの機械加工された端部にねじ込みアダプタを設置及び整列させることと、非ねじ込み C R D Mハウジングの機械加工された端部にねじ込みアダプタを接合することと、非ねじ込み C R D Mハウジングによって画定されるボアを機械加工することと、ねじ込みアダプタによって画定されるボアを機械加工することと、非ねじ込み C R D Mハウジングの機械加工された端部とねじ込みアダプタとの間の接合部の外径を機械加工することと、延長管をねじ込みアダプタに設置することと、延長管とねじ込みアダプタとの間に保持フィレット溶接を設置することと、を含む。

30

【 0 0 6 7 】

実施例 10 - 非ねじ込み C R D Mハウジングを機械加工することが、非ねじ込み C R D Mハウジングの面を準備することと、非ねじ込み C R D Mハウジングによって画定されたボアの内径を戻すことと、を含む、実施例 9 に記載の方法。

40

【 0 0 6 8 】

実施例 11 - 非ねじ込み C R D Mハウジングの機械加工された端部にねじ込みアダプタを接合することが、接合部を形成するために貫通溶接技術を実施することを含む、実施例 9 又は 10 に記載の方法。

【 0 0 6 9 】

実施例 12 - 非ねじ込み C R D Mハウジングの機械加工された端部にねじ込みアダプタを接合することが、接合部を形成するために完全貫通溶接技術を実施することを含む、実

50

施例 9 ~ 11 のいずれか 1 つに記載の方法。

【0070】

実施例 13 - 延長管をねじ込みアダプタに設置することが、延長管をねじ込みアダプタ上にねじ込むことと、ねじ込みアダプタに対して、延長管にトルクをかけることと、を含む、実施例 9 ~ 12 のいずれか 1 つに記載の方法。

【0071】

実施例 14 - 延長管のねじ込みヘッド貫通ノズルに対する整列を計測することを含む、実施例 9 ~ 13 のいずれか 1 つに記載の方法。

【0072】

実施例 15 - 延長管の非ねじ込み端部にガイドファンネルを設置することを含む、実施例 9 ~ 14 のいずれか 1 つに記載の方法。

10

【0073】

実施例 16 - 圧縮可能ガイドスリーブを非ねじ込み CRDMハウジングに設置することを含む、実施例 9 ~ 15 のいずれか 1 つに記載の方法。

【0074】

実施例 17 - 圧縮可能ガイドスリーブを非ねじ込み CRDMハウジングに設置することが、圧縮可能ガイドスリーブを圧縮することと、延長管、ヘッド貫通ノズル、及び非ねじ込み CRDMハウジングを通して、圧縮されたガイドスリーブを挿入することと、を含む、実施例 16 に記載の方法。圧縮可能ガイドスリーブを非ねじ込み CRDMハウジングに設置することは、非ねじ込み CRDMハウジングに保持可能に結合するために、圧縮可能ガイドスリーブの圧縮を解除することと、を含む。

20

【0075】

実施例 18 - 圧縮可能ガイドスリーブが、複数の葉の圧縮可能フレックスセクションを備え、複数の葉の圧縮可能フレックスセクションの各々が、フランジを備える、実施例 16 又は 17 に記載の方法。方法は、圧縮されたガイドスリーブを延長管内に挿入する前に、複数の葉の圧縮可能フレックスセクションを圧縮して、フランジを収縮させることと、非ねじ込み CRDMハウジング内への挿入後に、フランジを解除して、非ねじ込み CRDMハウジングによって画定されるカウンターボアレッジと係合させるために、圧縮可能ガイドスリーブの圧縮を解除することと、を含む。

【0076】

30

実施例 19 - 延長管の整列の最終計測を実施することを含む、実施例 9 ~ 18 のいずれか 1 つに記載の方法。

【0077】

実施例 20 - 圧縮可能ガイドスリーブが、反応器容器ヘッドの下位置からガイドファンネル内に挿入される、実施例 16 ~ 19 のいずれか 1 つに記載の方法。

【0078】

実施例 21 - 延長管が、反応器容器ヘッドの下位置から設置される、実施例 9 ~ 20 のいずれか 1 つに記載の方法。

40

【図面】
【図 1】

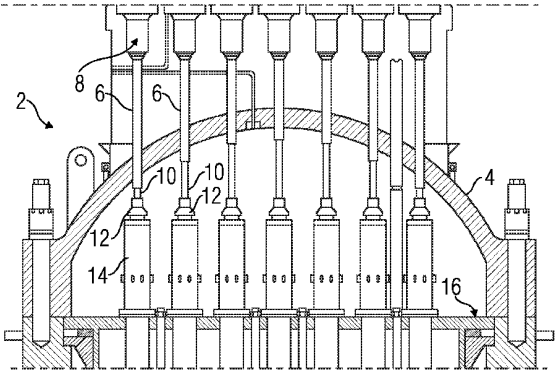


FIG. 1

【図 2】

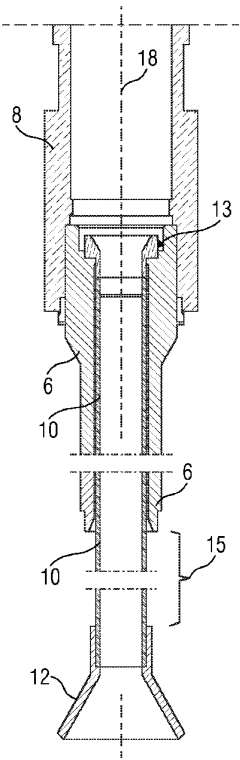


FIG. 2

【図 3】

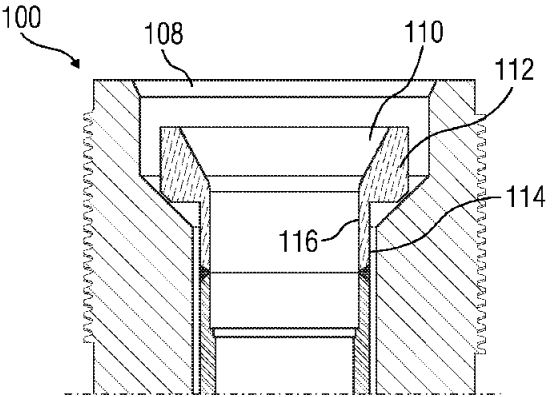


FIG. 3

【図 4】

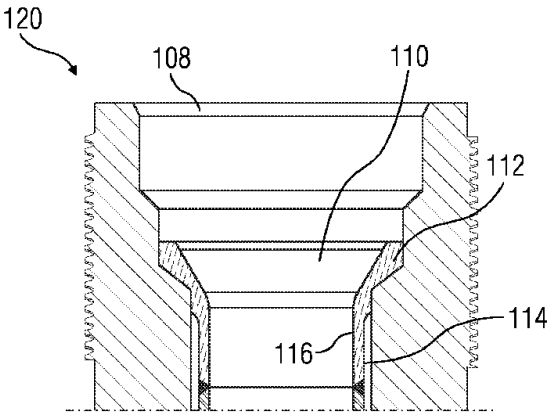


FIG. 4

10

20

30

40

50

【 図 5 】

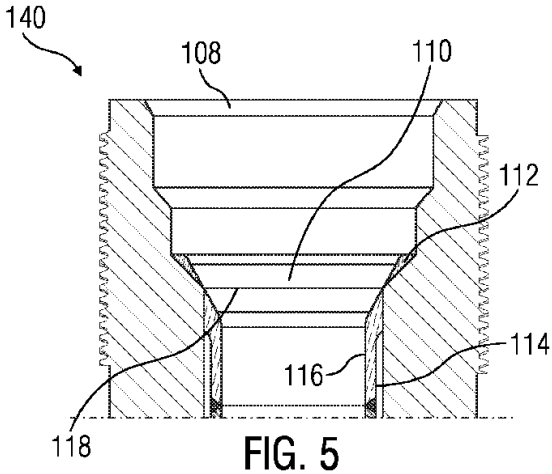


FIG. 5

【 図 6 】

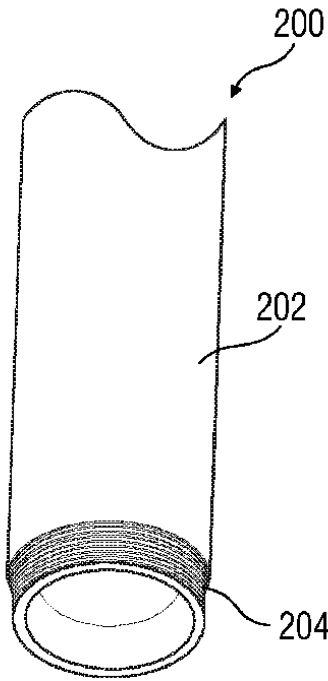


FIG. 6

【 図 7 】

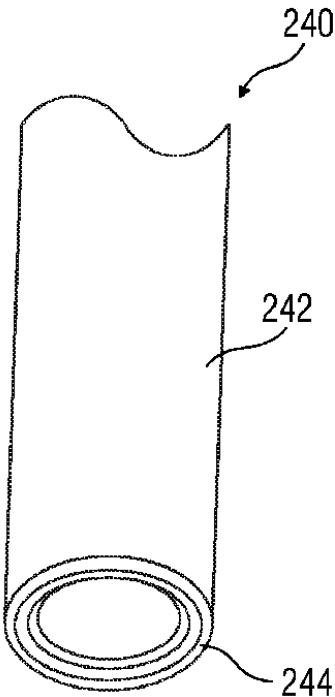


FIG. 7

【 図 8 】

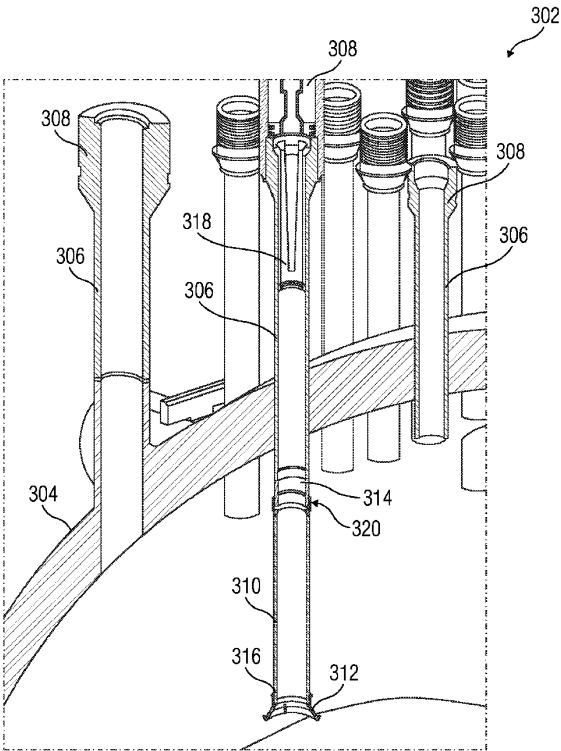


FIG. 8

10

20

30

40

50

【図 9】

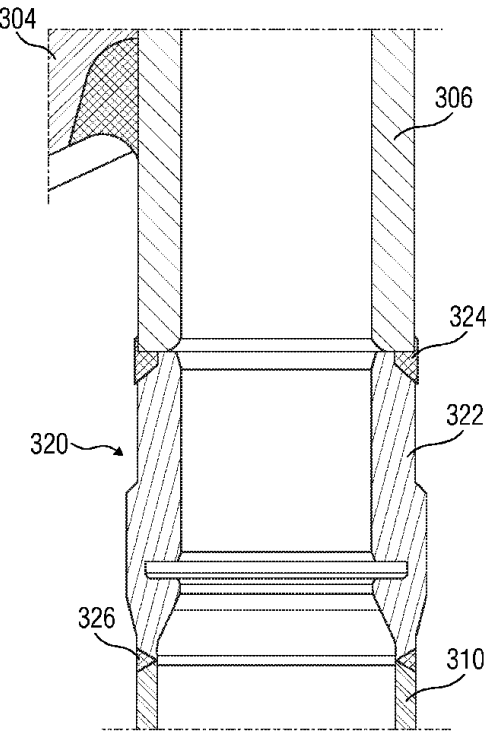


FIG. 9

【図 10】

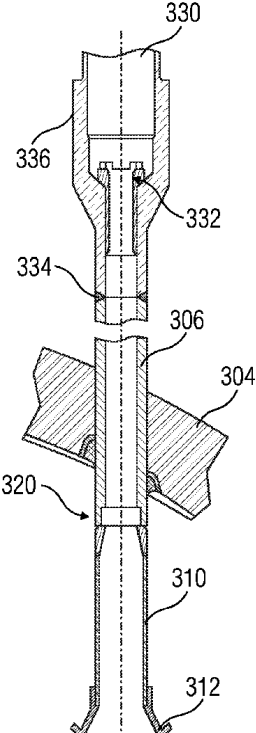


FIG. 10

【図 11】

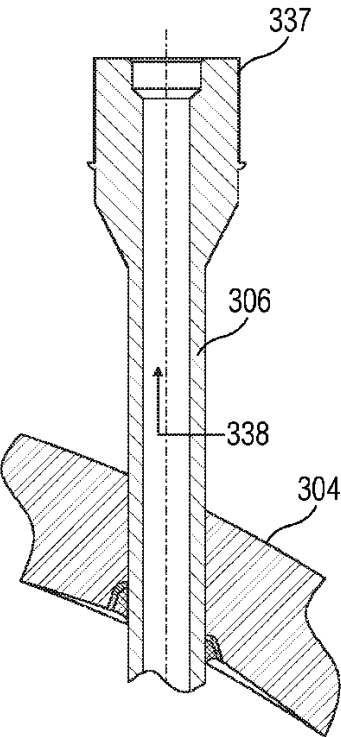


FIG. 11

【図 12】

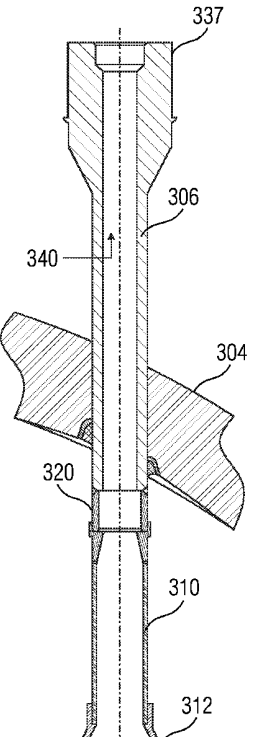


FIG. 12

10

20

30

40

50

【図 1 3】

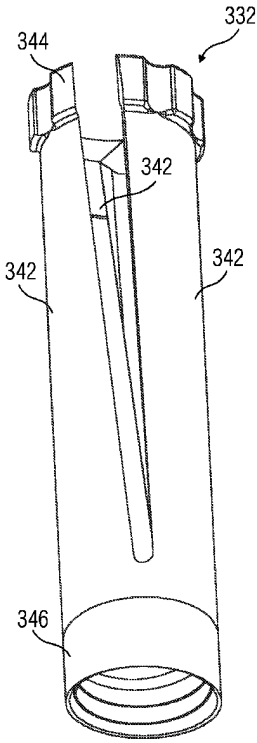


FIG. 13

【図 1 4】

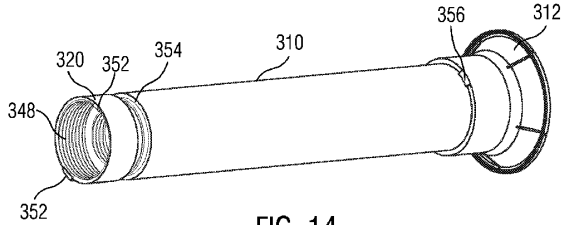
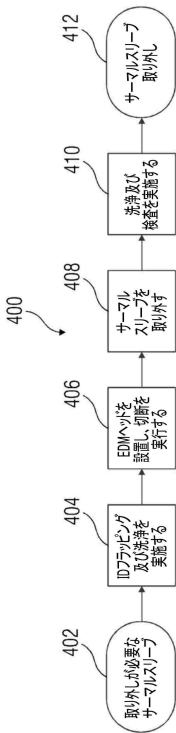


FIG. 14

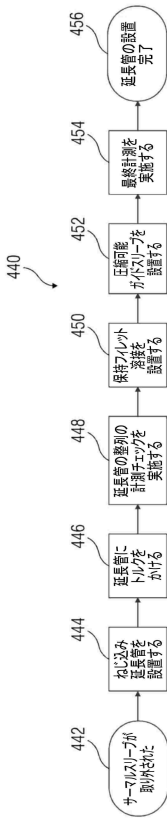
10

20

【図 1 5】



【図 1 6】



30

40

50

【図 17】

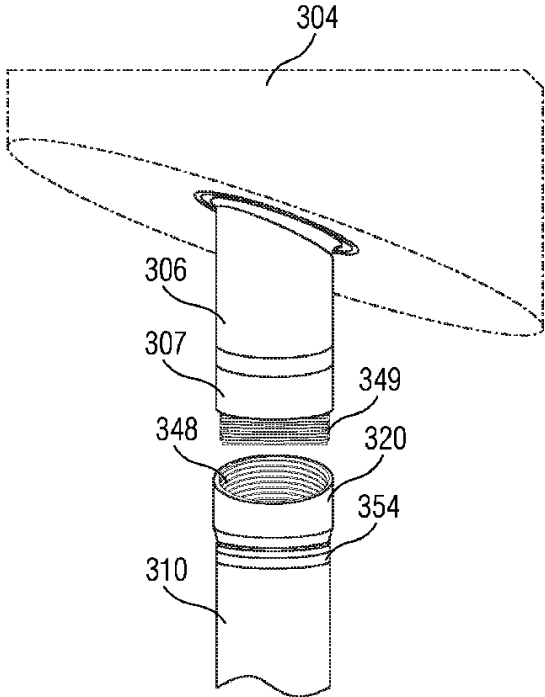


FIG. 17

【図 18】

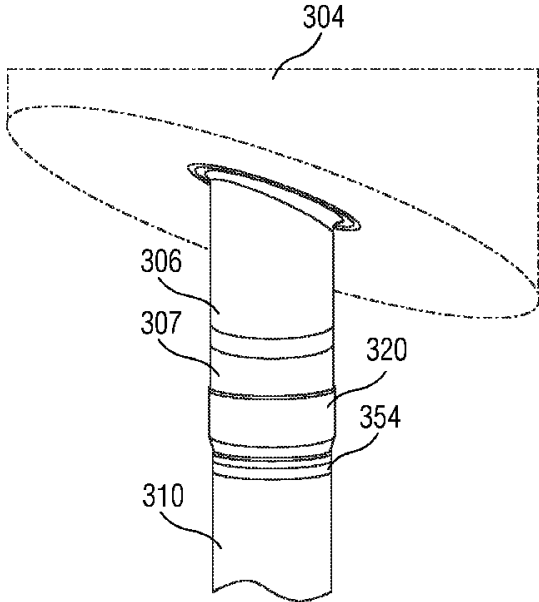


FIG. 18

【図 19】

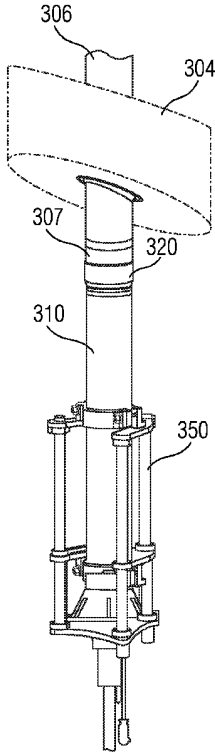


FIG. 19

【図 20】

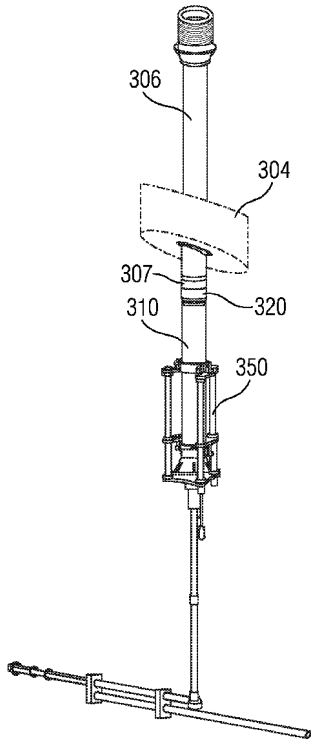


FIG. 20

10

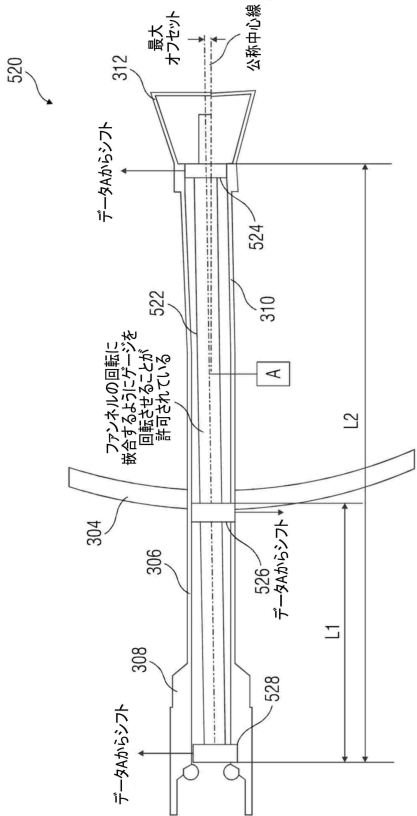
20

30

40

50

【図 2 1】



【図 2 2】

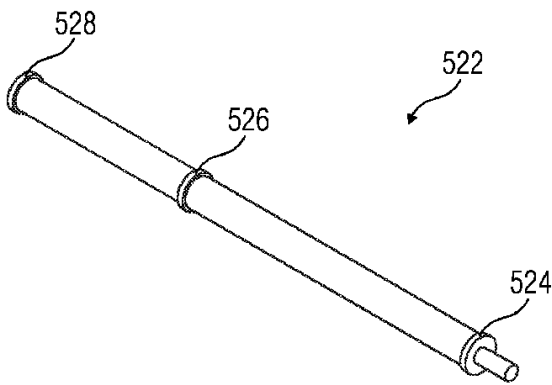


FIG. 22

【図 2 3】

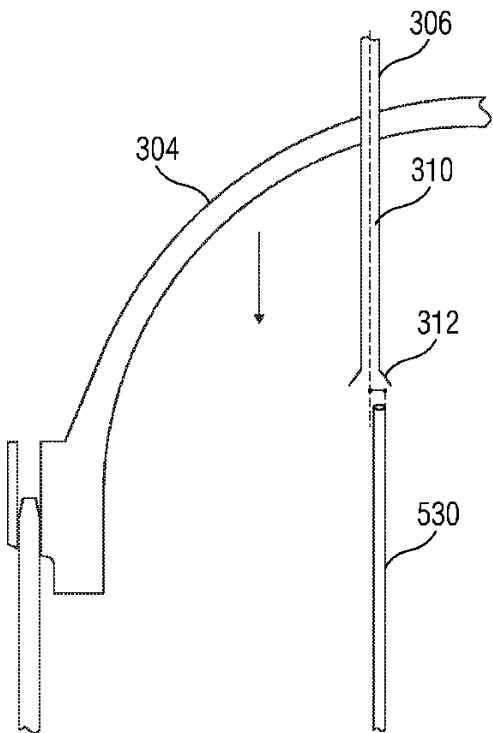


FIG. 23

【図 2 4】

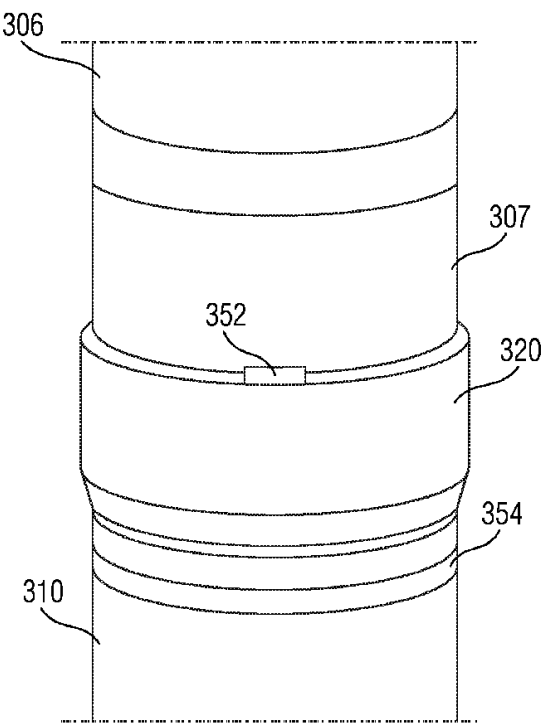


FIG. 24

10

20

30

40

50

【 図 2 5 】

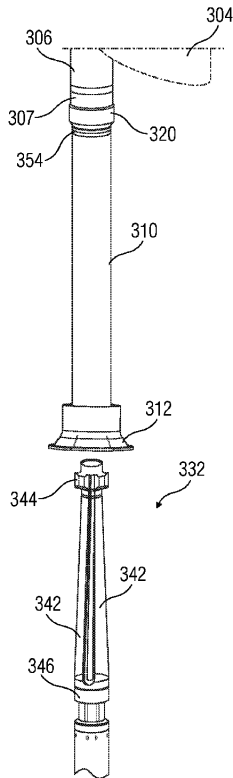


FIG. 25

【 図 2 6 】

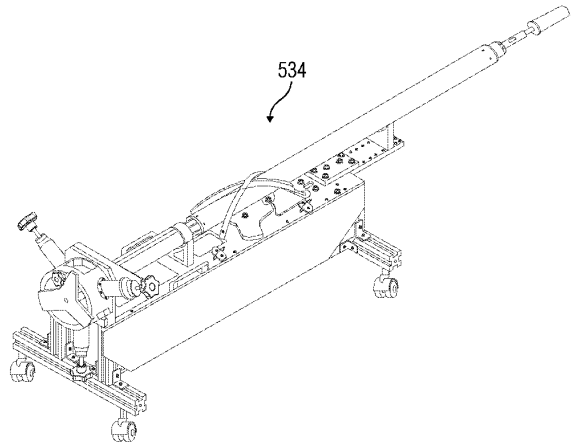


FIG. 26

【 図 2 7 】

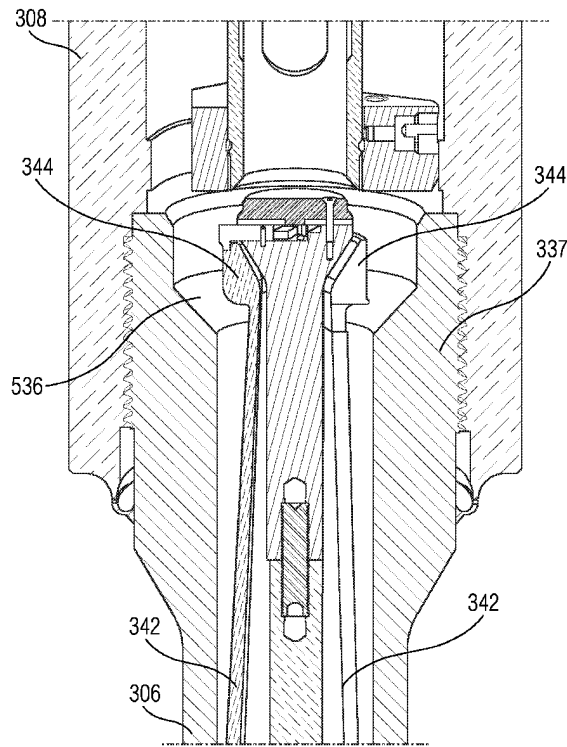


FIG. 27

【 図 2 8 】

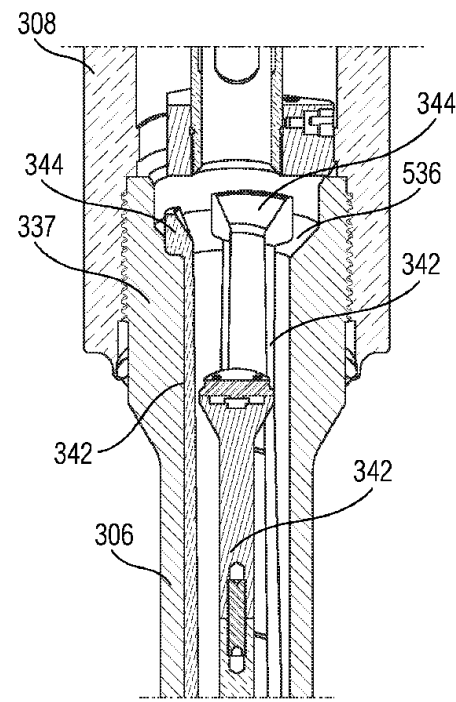


FIG. 28

10

20

30

40

50

【図 29】

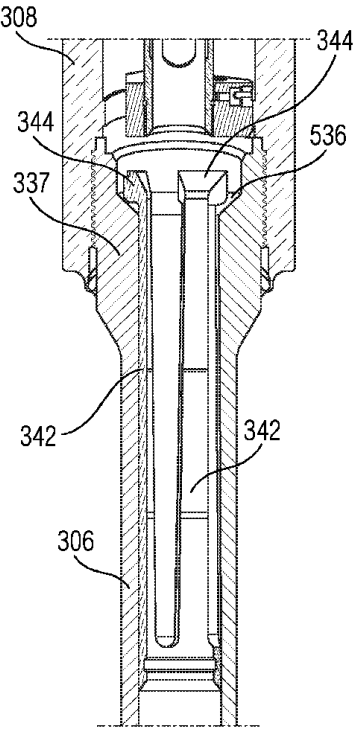


FIG. 29

【図 30】

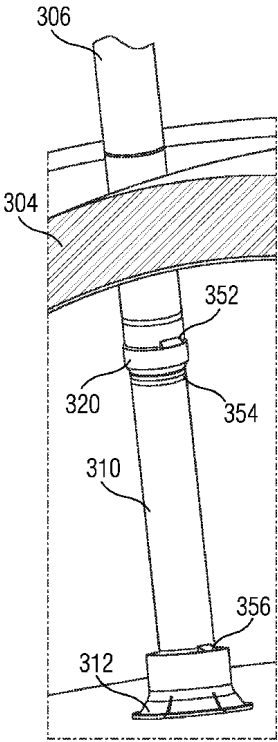


FIG. 30

【図 31】

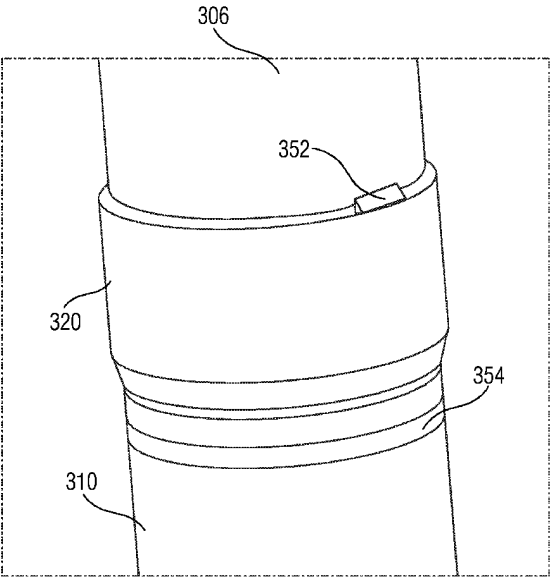


FIG. 31

【図 32】

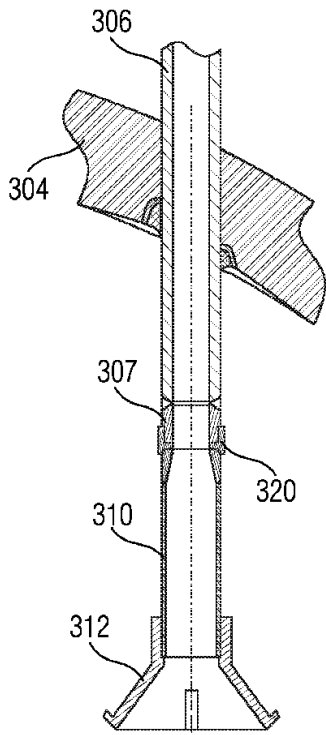


FIG. 32

10

20

30

40

50

【図 3 3】

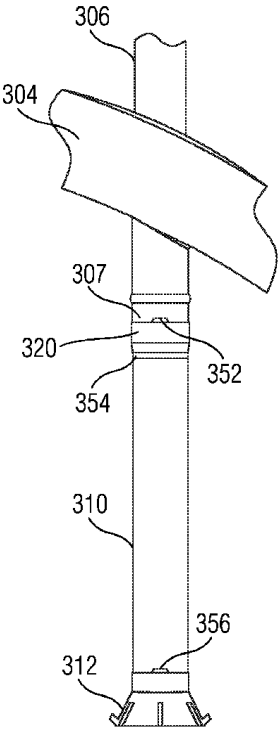


FIG. 33

【図 3 4】

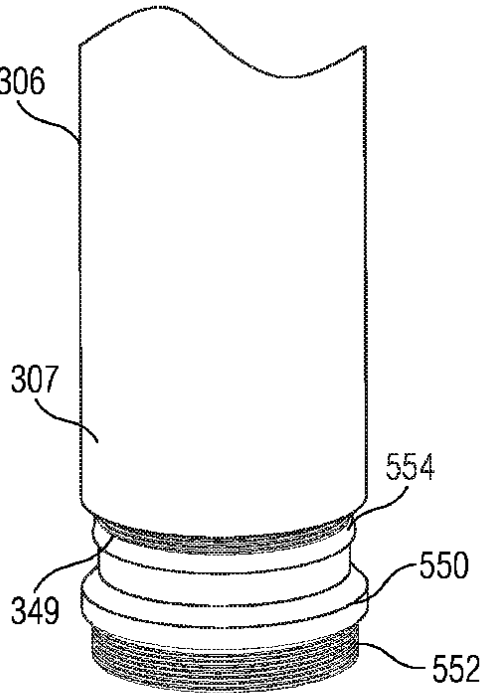


FIG. 34

【図 3 5】

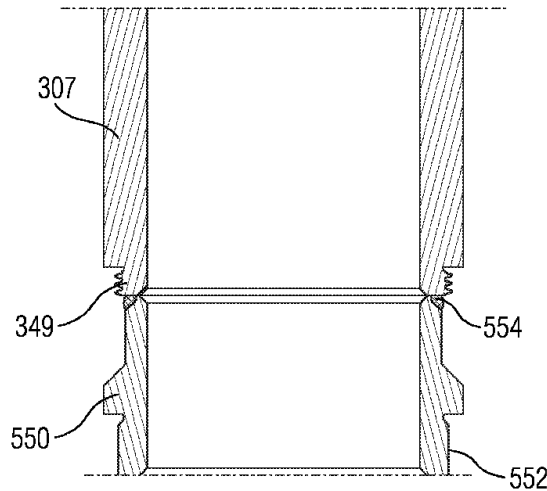
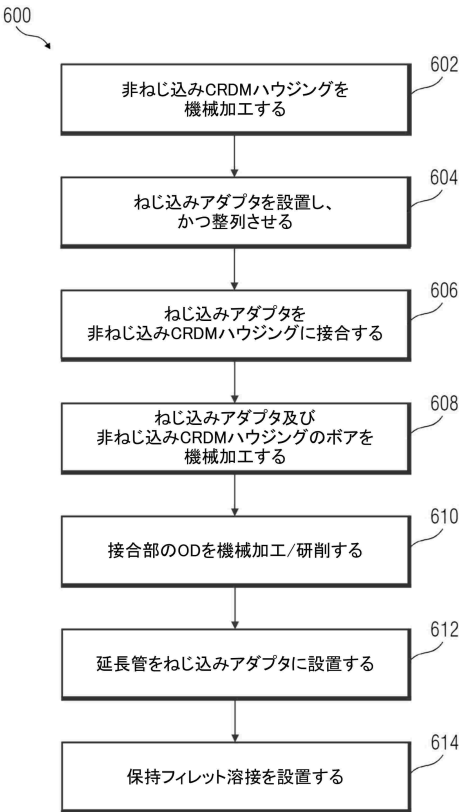


FIG. 35

【図 3 6】



10

20

30

40

50

【図 3 7】

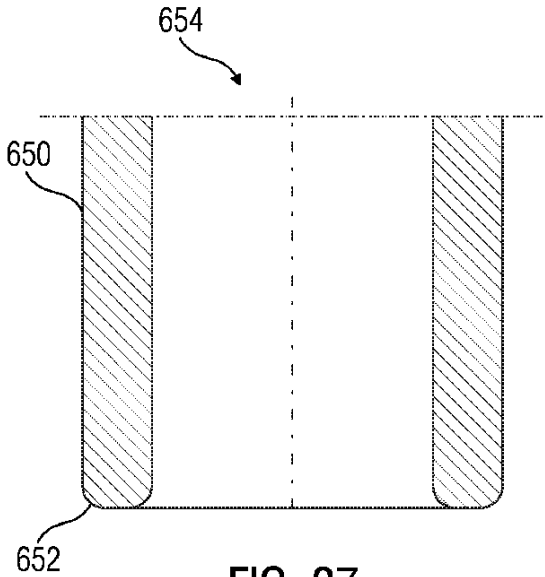
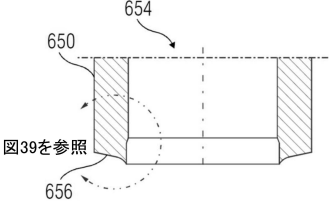


FIG. 37

【図 3 8】



10

【図 3 9】

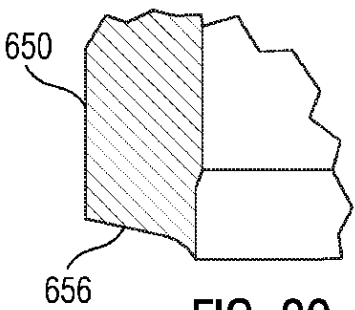


FIG. 39

【図 4 0】

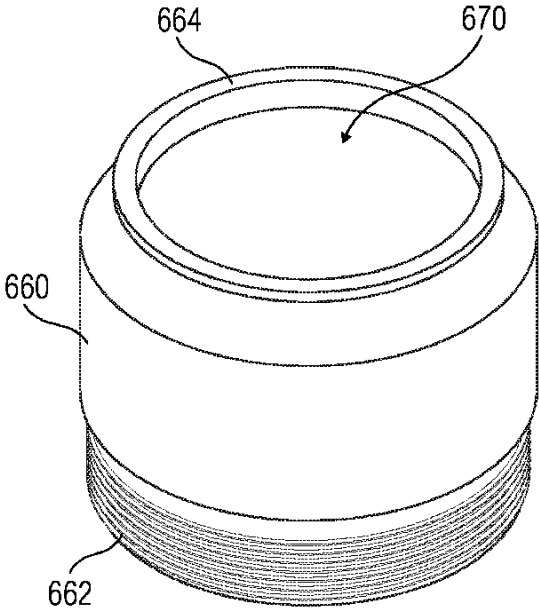


FIG. 40

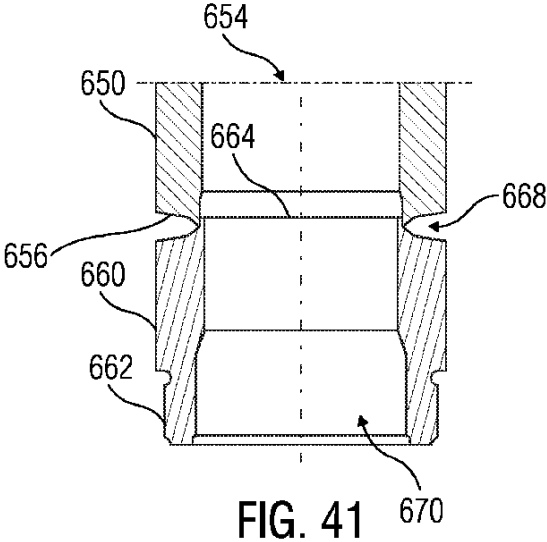
20

30

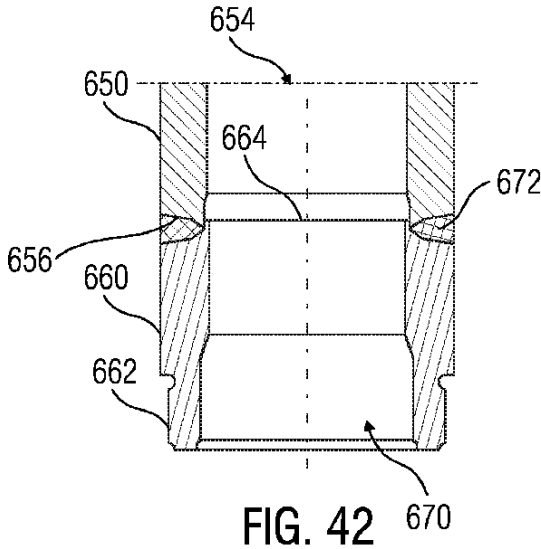
40

50

【 図 4 1 】

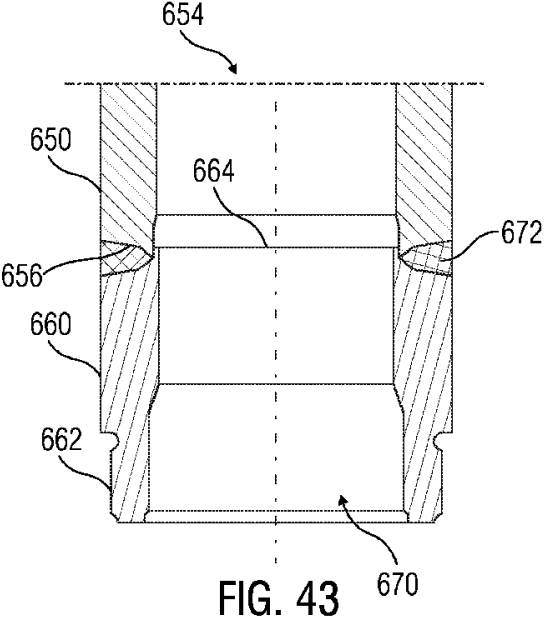


【 図 4 2 】

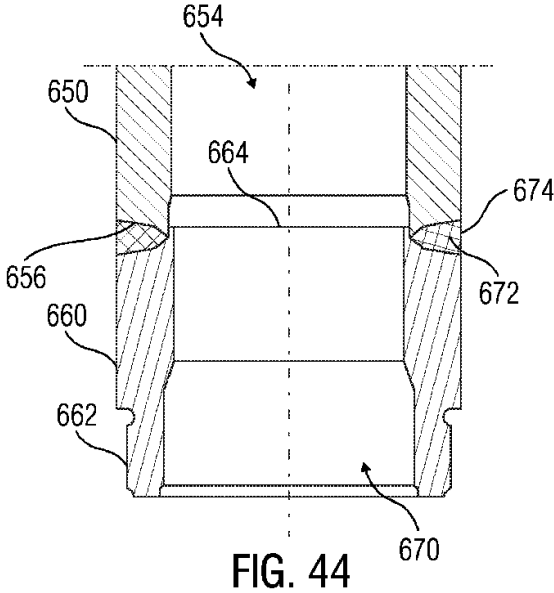


10

【 図 4 3 】



【 図 4 4 】



20

30

40

50

【 図 4 5 】

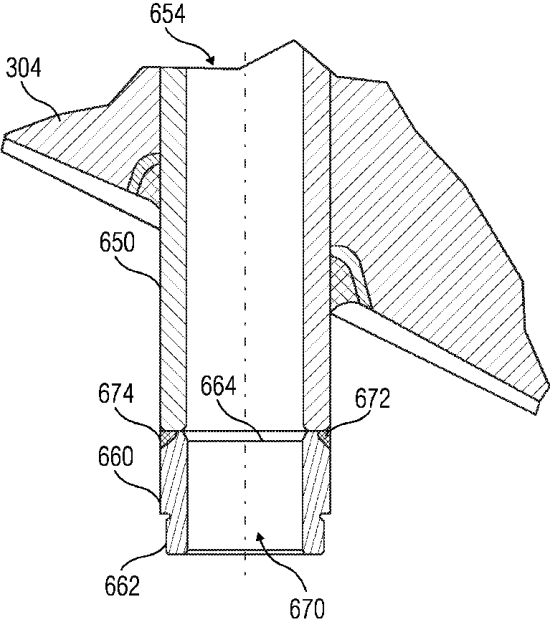


FIG. 45

【 図 4 6 】

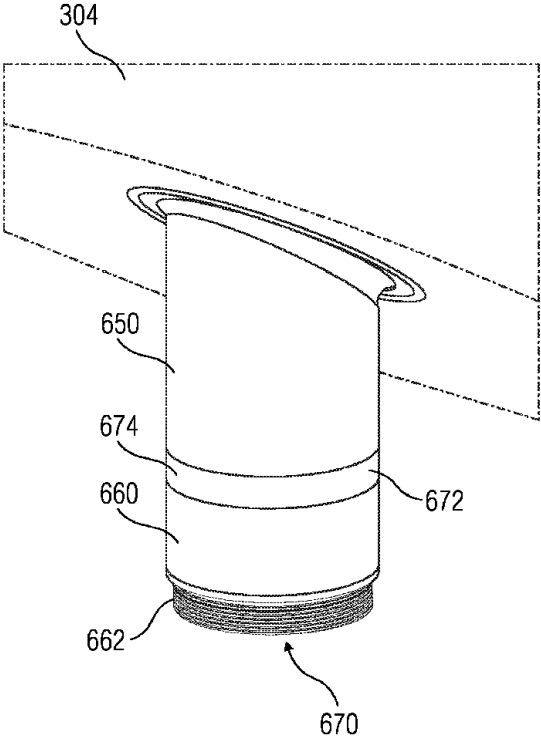


FIG. 46

【 図 4 7 】

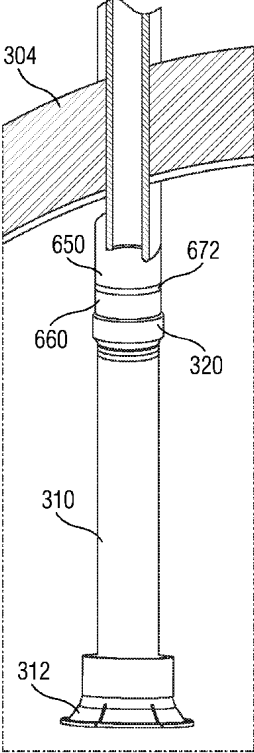


FIG. 47

【 図 4 8 】

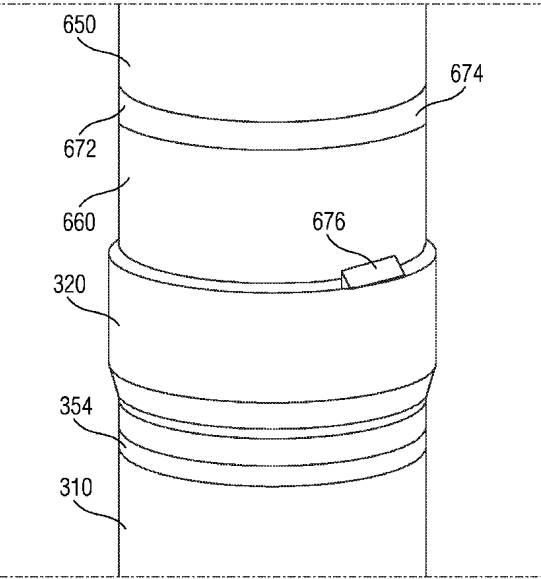


FIG. 48

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (74)代理人 110000110
弁理士法人 快友国際特許事務所
- (72)発明者 エリック エム． ベナキスタ
アメリカ合衆国 1 5 2 2 9 ペンシルベニア，ピッツバーグ，スプリングフィールド 1 1 9
- (72)発明者 アンソニー ジェイ． マストピエトロ
アメリカ合衆国 5 3 2 1 3 ウィスコンシン，ウォーワトサ，7 5 番 ストリート 9 1 4 ノース
- 審査官 坂上 大貴
- (56)参考文献 米国特許出願公開第 2 0 1 9 / 0 2 5 2 0 8 2 (U S , A 1)
国際公開第 2 0 1 9 / 1 9 9 3 3 6 (W O , A 1)
特開平 0 6 - 2 3 0 1 6 7 (J P , A)
特表 2 0 1 1 - 5 2 2 5 8 9 (J P , A)
特表 2 0 1 6 - 5 3 7 2 0 3 (J P , A)
米国特許第 0 5 4 3 2 8 2 8 (U S , A)
韓国公開特許第 1 0 - 2 0 1 7 - 0 0 9 0 4 5 4 (K R , A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
G 2 1 C 7 / 0 0 - 7 / 3 6
1 1 / 0 0 - 1 3 / 1 0
1 9 / 0 0 - 1 9 / 5 0
2 3 / 0 0