

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第3995280号
(P3995280)

(45) 発行日 平成19年10月24日(2007.10.24)

(24) 登録日 平成19年8月10日(2007.8.10)

(51) Int. Cl.

F I

G 2 1 C 17/00 (2006.01)

G 2 1 C 17/00 G D B F

G O 1 N 29/04 (2006.01)

G O 1 N 29/10 5 O 5

G O 1 N 29/26 (2006.01)

G O 1 N 29/10 5 O 7

G O 1 N 29/26 5 O 1

請求項の数 8 (全 12 頁)

(21) 出願番号 特願平7-265049
 (22) 出願日 平成7年10月13日(1995.10.13)
 (65) 公開番号 特開平8-226987
 (43) 公開日 平成8年9月3日(1996.9.3)
 審査請求日 平成14年10月11日(2002.10.11)
 (31) 優先権主張番号 08/322839
 (32) 優先日 平成6年10月13日(1994.10.13)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

前置審査

(73) 特許権者 390041542
 ゼネラル・エレクトリック・カンパニイ
 GENERAL ELECTRIC CO
 MPANY
 アメリカ合衆国、12309 ニューヨー
 ク州、ニスカユナ、ワン・リサーチ・サー
 クル(番地なし)
 (74) 代理人 100093908
 弁理士 松本 研一
 (74) 代理人 100105588
 弁理士 小倉 博
 (74) 代理人 100129779
 弁理士 黒川 俊久
 (74) 代理人 100137545
 弁理士 荒川 聡志

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 円周方向の溶着部を遠隔検査する方法と装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

中心軸線を持つ不動フレーム(26)と、
 前記不動フレーム(26)に回転自在に装着されて、前記中心軸線の周りに回転可能である回転フレーム(30)と、
 前記回転フレーム(30)に並進自在に装着されたキャリッジ(44)と、
 前記キャリッジ(44)に旋回自在に装着されて、前記回転フレーム(30)の回転半径方向に延びた第1の旋回軸線(68)の周りに旋回可能である第1の旋回自在の手段(68)と、

前記第1の旋回自在の手段(68)に旋回自在に装着されて、前記第1の旋回軸線(68)に対して垂直な第2の旋回軸線(66)の周りに旋回可能である第2の旋回自在の手段(66)と、

前記第2の旋回自在の手段(66)に結合され、前記第1及び第2の旋回軸線(68, 66)の周りに旋回可能である第2の超音波変換器手段(48)とを有することを特徴とする検査装置。

【請求項2】

更に、前記第2の旋回自在の手段(66)に旋回自在に装着された第3の旋回自在の手段(70)を有し、該第3の旋回自在の手段(70)は前記第2の旋回軸線(66)に平行な第3の旋回軸線(70)の周りに旋回自在であり、前記第2の超音波変換器手段(48)が前記第3の旋回自在の手段(70)に装着されていて、前記第3の旋回軸線(70)

10

20

）の周りに旋回可能である請求項 1 記載の検査装置。

【請求項 3】

更に、前記第 2 の旋回自在の手段（66）に旋回自在に装着されていて、前記第 1 及び第 2 の旋回軸線（68，66）の周りに旋回可能である輪郭追従手段（62）を有する請求項 1 または 2 に記載の検査装置。

【請求項 4】

更に、前記第 1 の旋回自在の手段（68）に装着された第 1 の超音波変換器手段（46）を有し、該第 1 の超音波変換器手段（46）が前記第 1 の旋回軸線（68）の周りに旋回自在であるが、前記第 2 の旋回軸線（66）の周りには旋回自在ではない請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の検査装置。

10

【請求項 5】

前記回転フレーム（30）が第 1 及び第 2 の線形摺動レール（52A，52B）を有し、前記キャリッジ（44）が、前記第 1 及び第 2 の線形摺動レール（52A，52B）に夫々沿って摺動自在である第 1 及び第 2 の線形摺動キャリッジ（50A，50B）で構成されている請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の検査装置。

【請求項 6】

前記不動フレーム（26）は切欠き部分を有し、前記回転フレーム（30）は、当該回転フレームが前記不動フレーム（26）に対して所定の角度位置にある時に前記不動フレームの切欠き部分と整合する切欠き部分を有することを特徴とする請求項 1 乃至 5 のいずれかに記載の検査装置。

20

【請求項 7】

前記回転フレーム（30）は、一部がリング歯車で構成され前記回転フレーム（30）に固着された歯つき部材（32）を有し、

前記不動フレーム（26）は、回転自在に装着された第 1 及び第 2 の駆動歯車（34A，34B）を有し、

前記第 1 及び第 2 の駆動歯車（34A，34B）の各々は、前記不動フレーム（26）及び前記回転フレーム（30）のそれぞれの切欠き部分が整合する時に前記歯つき部材（32）に係合する歯を持ち、

前記回転フレーム（30）は前記中心軸線の周りに 360° 回転可能であり、

前記第 1 及び第 2 の駆動歯車（34A，34B）の回転軸線が角度方向に隔たることにより、前記第 1 及び第 2 の駆動歯車（34A，34B）の内の少なくとも一方が常に前記歯つき部材（32）に係合する様になっている請求項 1 乃至 6 のいずれかに記載の検査装置。

30

【請求項 8】

更に、角運動モータ（36）と、該角運動モータに結合された角運動駆動滑車（38）と、前記第 1 及び第 2 の駆動歯車に夫々結合された第 1 及び第 2 の被動滑車（40A，40B）と、前記第 1 及び第 2 の被動滑車を前記角運動駆動滑車に結合する第 1 及び第 2 のベルト（42A，42B）とを有し、前記角運動モータ及び前記角運動駆動滑車が前記不動フレームに装着されている請求項 1 乃至 7 のいずれかに記載の検査装置。

【発明の詳細な説明】

40

【0001】

【発明の分野】

本発明は全般的に金属等の材料の完全さにとって有害な空所、きず、ひび割れ並びにその他の欠陥があるかどうか調べる非破壊検査に関する。具体的に云うと、本発明は沸騰水形原子炉の原子炉圧力容器の底部ヘッドの通抜け部の周縁の高い所に配置されたノズルの超音波検査に関する。

【0002】

【発明の背景】

水を冷却材及び減速材とする沸騰水形原子炉の構造は周知である（例えば米国特許第 4，548，785 号及び同第 5，118，464 号を参照されたい）。図 1 に示す様に、沸

50

騰水形原子炉 2 が、軽水の様な冷却材 - 減速材の中に没した原子炉炉心（図に示してない）を収容する原子炉压力容器 4 を含む。炉心は、環状シュラウド 6 によって取り囲まれているが、上側炉心支持格子 8 及び下側炉心支持板 10 の間に相隔てゝ配置された複数の交換可能な燃料集合体（図に示してない）を持っている。複数の制御棒駆動ハウジング（図に示してない）が原子炉压力容器 4 の底部ヘッドを通抜けていて、炉心の反応度を制御する為に制御棒（図に示してない）を燃料集合体の間に選択的に挿入出来る様にする制御棒駆動部を収容している。

【 0 0 0 3 】

1 つの制御棒と 4 つの燃料集合体が炉心の 1 つの燃料セルを構成する。4 つの燃料集合体はその上端では、交差して噛み合うはりによって形成された上側炉心支持格子 8 内の開口の中で横方向に支持されている。下端では、4 つの燃料集合体は、制御棒案内管の上端にはめられた燃料集合体支持部材の上に垂直方向に支持されており、また横方向の支持は、下側炉心支持板 10 にある開口又は孔に案内管を通すことによって行われている。

10

【 0 0 0 4 】

更に、複数のノズル（図 1 にはその内の 1 つのノズル 20 だけを示す）が原子炉压力容器の底部ヘッドを通抜ける。こう云うノズルは 2 種類ある。即ち、燃料炉心の両端間の差圧を監視する手段になる差圧ノズルと、スクラムの出来ない様な過渡的な過剰エネルギー事態が起こった場合に燃料炉心に液体の中性子吸収材を供給する手段になる液体毒物質ノズルとである。各々のノズル 20 は外側管 12 によって支持されていて、上側炉心支持格子 8 の高さまで伸びている。外側管 12 は底部ヘッドの通抜け部に固定される。

20

【 0 0 0 5 】

差圧ノズル及び液体毒物質ノズルが原子炉压力容器 4 の底部ヘッドを通抜けるのは、スタブ管 14（図 1 参照）を使って行われる。各々のスタブ管は、その特定の場所に於ける底部ヘッドの曲率に合う様にその下端の形状が適当に定められているが、底部ヘッドの対応する開口又は孔に円周方向の溶着部 16 によって固定される。外側管 12 は、外側管 12 を垂直方向に正しく位置ぎめした後、スタブ管 14 の上端に円周方向の溶着部 18 によって溶接される。

【 0 0 0 6 】

上に述べた所から明らかな様に、スタブ管は压力容器の境界の一部になり、その中に何らかの欠陥（例えばひび割れ）があれば、圧力系の完全さを脅かすことがある。ある条件のもとでは、スタブ管は、外側管とスタブ管を結合する上側の溶着部 18 に隣接した熱影響部において応力腐食割れを生ずることが判っている。この応力腐食割れがあると、外側管 12 とスタブ管 14 との間の狭いすき間を通して容器から水が漏れることがあり、これは望ましくない事態であって修理を必要とする。

30

【 0 0 0 7 】

上に述べた理由で、外側管を原子炉压力容器に取付ける溶着部は、その構造的な完全さを調べる為に定期的に検査することが必要である。しかし、差圧ノズル及び液体毒物質ノズルは本質的に接近が困難である。従って、差圧ノズル及び液体毒物質ノズルを原子炉压力容器に取付ける溶着部を遠隔から自動的に検査する手段が必要になる。

【 0 0 0 8 】

40

【 発明の要約 】

本発明は、差圧ノズル及び液体毒物質ノズルを原子炉压力容器の底部ヘッドに取付ける溶着部を超音波で検査する方法と装置を提供する。走査装置を燃料交換ブリッジから外側管の周りの位置へ下げて、外側管の上側テーパに坐着させる。ノズルが取付けられている時、外側管の頂部に接近することが出来ないから、走査器は側面から取付ける。この装置は、側面から取付けが出来る様にする切欠き部分を有する。

【 0 0 0 9 】

装置は、不動フレームと、円周方向の溶着部及びその熱影響部にわたって変換器手段を走査させる様に遠隔操作される垂直方向及び円周方向の位置ぎめ機構とを用いる。円周方向の位置ぎめ手段が、不動フレームの V 字形の案内部に坐着して、不動フレーム上で 3 6

50

0°回転することができる回転フレームを含む。回転フレームには変換器キャリッジが装着されている。変換器キャリッジは、変換器手段を担持しているが、回転フレームに対して垂直方向に変位可能である。変換器キャリッジの垂直運動経路が、不動フレームの向かい合う側面に設けられた線形摺動集成体によって保たれる。垂直運動モータ及び角運動モータと一緒に制御して、スタブ管の周りの変換器手段の所望の経路を作ることが出来る。

【0010】

更に本発明は、原子炉圧力容器の底部ヘッドの傾斜面の輪郭に追従する手段を含む。こう云う輪郭追従手段は、変換器手段が、位置及び角度において溶着部の輪郭に追従する様に保証する。容器輪郭追従装置は、傾斜角度に関係なく容器の面上にフラットに載る荷重ローラを一端に有するフリーヒンジのフレームである。この機能を達成する為、容器輪郭追従装置が上下ヒンジ(up-and-down hinge)に旋回自在に装着され、この上下ヒンジが変換器キャリッジの底で側方ヒンジ(side-to-side hinge)に装着されている。

【0011】

【好ましい実施例の説明】

次にスタブ管をこのスタブ管の内側に同心に配置された外側管に取付ける円周方向の溶着部と、スタブ管を原子炉圧力容器の底部ヘッドに取付ける円周方向の溶着部とを検査するために本発明を適用した場合について説明する。しかし、非破壊検査の当業者であれば、本発明の方法と装置が、頂部から接近出来ない円筒形の部品の外周の溶着部のひび割れの検出にも一般的に応用出来ることが容易に理解されよう。

【0012】

差圧ノズル及び液体毒物質ノズルの検査が出来る様にするには、非稼働の間、原子炉燃料バンドル及び内部部品を一時的に取外しておくことが必要である。特に、超音波検査するノズルに一番近い4つの隣接する燃料集合体、関連する制御棒ブレード及び案内管、及び関連する燃料支持鋳物は全て取外さなければならない。図1について説明すると、検査工具22を、燃料交換ブリッジ(図に示してない)から上側案内燃料支持部8及び下側燃料炉心支持板10を通して原子炉の水の中に約125呎下げて、溶着部の検査を行おうとするノズルの外側管12の上に位置ぎめする。

【0013】

検査工具22は、下端に「ドッグレッグ」を持つアルミニウムのポーリング(polishing)工具(図に示してない)に取付けられる。正しく操作すると、この弯曲した部材は、検査工具が外側管12の上にのっかって、その周りに収まる事が出来る様にする。検査工具は切欠き部分を持ち、これによって側面から取付けることが出来る。正しく位置ぎめされた時、検査工具は外側管に形成された上側の円周方向のテーパ部に坐着する。

【0014】

図11に示す様に、各々の外側管12は原子炉圧力容器4の底部ヘッドを通抜ける。外側管12はスタブ管14によって支持される。スタブ管14は、その上端で、上側の円周方向の取付け溶着部18によって外側管12に結合され、またその下端で、下側の円周方向の取付け溶着部16によって原子炉圧力容器4の底部ヘッドに結合される。スタブ管14及び外側管12は流体を充填した環状すき間24によって隔てられている。

【0015】

差圧ノズル及び液体毒物質ノズルについて云うと、検査を必要とする区域は、スタブ管と外側管との間の取付け溶着部18及びその隣接の熱影響部、並びにスタブ管と原子炉圧力容器との間の取付け溶着部16及びその隣接の熱影響部である。例えば、経験によると、上側の溶着部18に隣接したスタブ管の熱影響部は応力腐食割れを起こしがちであることが判っている。金属の張力、水流の激み及び酸素濃度の条件により、半径方向内向きに伝搬するひび割れが生じ、それがスタブ管の金属の結晶粒の境界に沿って伝搬することがある。最終的には、ひび割れがスタブ管の内面まで伝搬し、そこでひび割れがすき間24と流体連通して、水が原子炉圧力容器から漏れ出る流路を生じる。

【0016】

10

20

30

40

50

超音波はきず及び構造的な完全さについて材料の非破壊検査を行う普通的手段である。鋼では、きずの検査並びに寸法の推定に使われる好ましい周波数は、1乃至10MHzの範囲内であり、2.25乃至5MHzが好ましい。超音波変換器及び関連する電子回路は非破壊検査の分野で普通のものである。

普通のやり方に従って、変換器によって発生されたパルス形の超音波が、金属の表面と接触している水の様な結合流体を介して検査しようとする金属の中に伝搬する。金属の不連続部（例えばひび割れ）が、音響インピーダンスの突然の変化により、超音波パルスの反射を生ずる。この反射は、きずの寸法と形、入射角及び金属の通路長の様な因子に関係する。こう云う反射が受信モードで動作する超音波変換器によって検出される。

【0017】

10

溶着部16、18及びその熱影響部を超音波検査する検査工具22が図2、3及び4に詳しく示されている。この検査工具は不動フレーム26を持ち、この不動フレームは、不動フレームを側面から外側管上にはめ込むことが出来る様にする切欠き部分（図2に一番よく示されている）を持っている。不動フレームの頂部の肩の下に直径の大きい切欠き部21があり（図4参照）、これによって検査工具は図11に見られるテーパのある円周方向の肩すなわち溶着部18の上ののっかる。

【0018】

更に検査工具22は、切欠き部分を持っていて不動フレーム26に回転自在に装着された回転フレーム30を有する。回転フレームは不動フレーム26の中心軸線の周りに360°回転することが出来る。回転フレームが、等しい角度間隔で円周方向に分布した上側及び下側のV字形ローラの組（例えば各々の組に6個ローラ）を有する。各々のV字形ローラは夫々の垂直スピンドルに回転自在に装着されている。不動フレームには、切欠き部を除いて、夫々上側フレーム部及び下側フレーム部に沿って円周方向に伸びる対応する上側及び下側のV字形案内内部が設けられている。各々のV字形案内内部は水平平面内に配置された凹部であって、V字形ローラのV字形断面と同形のV字形断面を有する。普通のように、V字形ローラがV字形案内内部の中で転がって、回転フレームの回転を容易にする。図2に示す様に不動フレーム及び回転フレームの切欠き部分が整合した時、検査工具は外側管に取付けることが出来る。

20

【0019】

図2について説明すると、一部がリング歯車で構成された歯つき部材32が回転フレーム30（上側フレーム30A、下側フレーム30B）にしっかりと取付けられている。1対の駆動歯車34A、34Bが不動フレームに回転自在に装着されている。各々の駆動歯車34A、34Bは、（リング歯車の一部分で構成された）歯つき部材32の歯と係合する歯を有する。駆動歯車34A、34Bの回転軸線は角度方向に隔たっていて、これらの2つの駆動歯車の内の少なくとも一方が常に歯つき部材32と係合する様になっている。駆動歯車は角運動モータ36（図3及び4参照）から滑車装置を介して回転する様に駆動される。滑車装置は、角運動モータ36の出力軸に接続された角運動駆動滑車38と、駆動歯車34A、34Bに夫々接続された1対の被動滑車40A、40Bと、被動滑車40A、40Bを角運動駆動滑車38に夫々結合する1対のタイミングベルト42A、42Bで構成される。角運動モータ36、駆動滑車38及び被動滑車40A、40Bは全て、図3及び4に見られる様に、不動フレーム26の上板27によって支持されている。図2では、他の部分を見易くする為、角運動モータ及び不動フレームの上板が取外されている。

30

40

【0020】

角運動モータ36が作動されると、駆動歯車34A、34Bは回転する。これらの駆動歯車の内の少なくとも一方は、他方の駆動歯車が切欠き部分の中に位置していて歯つき部材32と係合していない時でも、歯つき部材32と係合し、これにより連続的な運動を保証する。係合している駆動歯車（1つ又は複数）は、駆動された時に回転フレーム30を不動フレーム26の周りに回転させる。

【0021】

回転フレーム30には変換器キャリッジ44が装着されている。変換器キャリッジ44は

50

、変換器パッケージ４６、４８を担持していて（図３及び４参照）、回転フレームに対して垂直方向に変位可能である。変換器キャリッジの垂直方向の移動経路が、回転フレーム３０の向かい合った側に設けられた線形摺動集成体によって保たれている。特に、各々の線形摺動集成体は、変換器キャリッジ４４にしっかりと取付けられた線形摺動キャリッジ（５０Ａ、５０Ｂ）及び回転フレーム３０にしっかりと取付けられた線形摺動レール（５２Ａ、５２Ｂ）で構成されている。

【００２２】

変換器キャリッジ４４の垂直方向の移動は、垂直運動モータ５４によって行われる。垂直運動モータ５４は、回転フレーム３０に回転自在に装着された下側滑車５８と該モータの出力軸に接続された上側滑車６０とにかけられたタイミングベルト５６を駆動する。タイ

10

【００２３】

垂直運動モータ及び角運動モータを一緒に制御して、スタブ管の周りに変換器パッケージの所望の経路を作ることが出来る。特に、変換器キャリッジ４４に垂直部材５９を介して接続されている変換器パッケージ４６は、垂直運動モータにより垂直方向にも、角運動モータにより管の周りの角度方向にも、その位置が制御される。更に、原子炉圧力容器の底部ヘッドの傾斜面の輪郭に追従する手段が設けられる。こう云う輪郭追従手段は、走査の間、変換器パッケージが位置及び角度において溶着部の輪郭に追従する様に保証する。

20

【００２４】

容器輪郭追従装置は、検査工具２２を取付ける際ならびに取付けた後でも必要でないときは、図３に示す様に、上向き位置で保管される。容器輪郭追従装置は振りばね（図に示していない）によって上向き位置に保持される。容器輪郭追従装置を下げる（すなわち展開する）には、サービス・ボールの遠隔操作によって、この引張りばねを解放する。

【００２５】

容器輪郭追従装置はフリーヒンジのＵ字形フレーム６２で構成され、その端の隅に荷重ローラ６４を設けてある。容器輪郭追従装置を下げると、フレームは、容器の傾斜角度に関係なく、容器の面上にぴったりと沿う。この機能を達成する為、フレーム６２が上下ヒンジ６６に旋回自在に装着され、このヒンジが変換器キャリッジ４４の底部で側方ヒンジ６

30

【００２６】

荷重ローラ６４が接触した面の輪郭に応じて、ヒンジ６６における傾斜角度が決まる。第１の変換器パッケージ４６は、両方の取付け溶着部１６、１８を走査する様に位置ぎめすることが出来るが、ヒンジ６６に接続されていて、容器輪郭追従装置のフレーム６２の傾きに応じて、側方ヒンジ６８の周りにも旋回する。第２の変換器パッケージ４８も、１対のリンク７２及び第２の上下ヒンジ７０を介して、上下ヒンジ６６に結合されている。ヒンジ７０は、上下ヒンジ６６と平行に配置されている。変換器パッケージ４８は、両方の荷重ローラ６４が面の角度及び変動に関係なく容器／溶着部と接触した状態にとゞまる様に、二重ヒンジ結合されている。これによって、変換器パッケージ４８は、半径方向に於ける面の変動を補償する様に、その向きを調節することが出来る。変換器パッケージ４８が上下ヒンジ６６に結合され、このヒンジ６６が側方ヒンジ６８に旋回自在に装着されているから、変換器パッケージ４８も実効的に側方ヒンジ６８に旋回自在に装着されている。これによって変換器パッケージ４８は、円周方向に於ける面の変動を補償する様に、その向きを調節することが出来る。

40

【００２７】

上に述べた検査工具は３つのモードで超音波走査を行う。その内の第１のモードが図５、６及び１１に示されており、このモードでは、変換器パッケージ４６が円周方向の取付け溶着部１８及びその熱影響部を走査する。図５及び６は、回転フレーム３０が１８０°回転する前及び後の変換器パッケージ４６の位置を示す。図１１の矢印は、溶着部１８と外

50

側管 1 2 及びスタブ管 1 4 中のその熱影響部との走査を示す。

【 0 0 2 8 】

図 7、8 及び 1 2 に示す第 2 のモードでは、容器輪郭追従装置が下げられている間、変換器パッケージ 4 6 が円周方向の取付け溶着部 1 6 及びその熱影響部を走査する。図 7 及び 8 は、変換器パッケージ 4 6 の垂直変位を伴う回転フレーム 3 0 の 1 8 0 ° の回転の前及び後の変換器パッケージ 4 6 の位置を夫々示す。図 1 2 の矢印は、溶着部 1 6 とスタブ管 1 4 中のその熱影響部との走査を示す。

【 0 0 2 9 】

第 3 のモードが図 9、1 0 及び 1 3 に示されており、このモードでは、容器輪郭追従装置が下げられている間、変換器パッケージ 4 8 が円周方向の取付け溶着部 1 6 及びその熱影響部を走査する。図 9 及び 1 0 は、変換器パッケージ 4 6 の垂直変位を伴う回転フレーム 3 0 の 1 8 0 ° の回転の前及び後の変換器パッケージ 4 6 の位置を夫々示す。図 1 3 の矢印は、溶着部 1 6 とスタブ管 1 4 中のその熱影響部との走査を示す。

10

【 0 0 3 0 】

第 2 及び第 3 の走査モードでは、変換器は、位置及び角度において取付け溶着部 1 6 の輪郭に追従する。

上に述べた好ましい実施例は例示の為に説明した。超音波検査装置の設計の当業者であれば、本発明の広義に見た考えを逸脱しない種々の変更が容易に考えられよう。例えば、変換器キャリアッジの垂直移動は、タイミングベルトの代わりに普通のボールねじを使って行うことが出来る。摺動レールの代わりにローラを用いてもよい。角運動モータ、駆動滑車及び被動滑車は回転フレームに取付け、歯つきリング歯車は不動フレームに取付けてもよい。この様な全ての変更は、特許請求の範囲に含まれることを承知されたい。

20

【図面の簡単な説明】

【図 1】沸騰水形原子炉の原子炉圧力容器の底部ヘッドにノズルを取付ける溶着部を検査する為に必要な位置に本発明の工具を配置する為の経路を示す概略配置図。

【図 2】角運動モータ及び不動フレームの上板を取外して他の部分を見易くした、本発明の好ましい実施例の超音波検査工具の平面図。

【図 3】本発明の好ましい実施例による超音波検査工具の正面図。

【図 4】本発明の好ましい実施例による超音波検査工具の斜視図。

【図 5】図 1 1 に示す走査を行う為の超音波検査工具の変換器パッケージの位置を示す配置図。

30

【図 6】図 1 1 に示す走査を行う為の超音波検査工具の変換器パッケージの別の位置を示す配置図。

【図 7】図 1 2 に示す走査を行う為の超音波検査工具の変換器パッケージの位置を示す配置図。

【図 8】図 1 2 に示す走査を行う為の超音波検査工具の変換器パッケージの別の位置を示す配置図。

【図 9】図 1 3 に示す走査を行う為の超音波検査工具の変換器パッケージの位置を示す配置図。

【図 1 0】図 1 3 に示す走査を行う為の超音波検査工具の変換器パッケージの別の位置を示す配置図。

40

【図 1 1】スタブ管と外側管との間の円周方向の溶着部及びその熱影響部を本発明の好ましい実施例による第 1 の変換器パッケージにより走査する際の超音波ビームの経路を示す説明図。

【図 1 2】スタブ管と原子炉圧力容器との間の円周方向の溶着部を第 1 の変換器パッケージによって走査する際の超音波ビームの経路を示す説明図。

【図 1 3】スタブ管と原子炉圧力容器との間の円周方向の溶着部及びその熱影響部を本発明の好ましい実施例による第 2 の変換器パッケージによって走査する際の超音波ビームの経路を示す説明図。

【符号の説明】

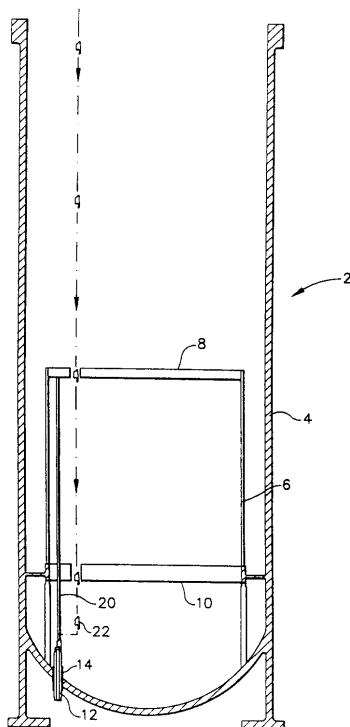
50

- 4 原子炉圧力容器
- 1 2 外側管
- 1 4 スタブ管
- 1 6、1 8 溶着部
- 2 0 ノズル
- 2 2 検査工具
- 2 6 不動フレーム
- 3 0 回転フレーム
- 3 2 リング歯車の一部分で構成された歯つき部材
- 3 4 A、3 4 B 駆動歯車
- 3 6 角運動モータ
- 3 8 角運動駆動滑車
- 4 0 A、4 0 B 被動滑車
- 4 2 A、4 2 B タイミングベルト
- 4 4 変換器キャリッジ
- 4 6、4 8 変換器パッケージ
- 5 0 A、5 0 B 線形摺動キャリッジ
- 5 2 A、5 2 B 線形摺動レール
- 5 4 垂直運動モータ
- 5 6 タイミングベルト
- 5 8、6 0 滑車
- 6 2 U字形フレーム
- 6 4 荷重ローラ
- 6 6、7 0 上下ヒンジ
- 6 8 側方ヒンジ

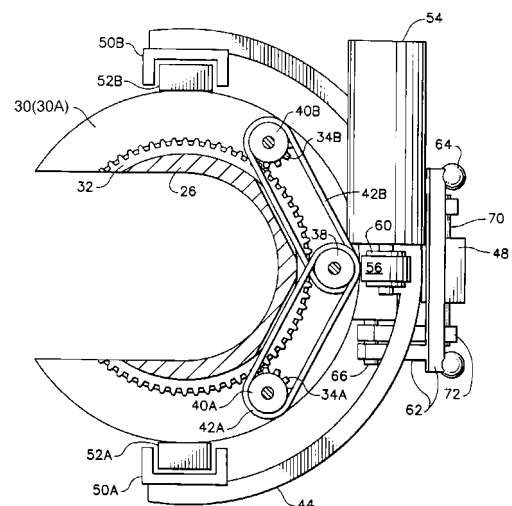
10

20

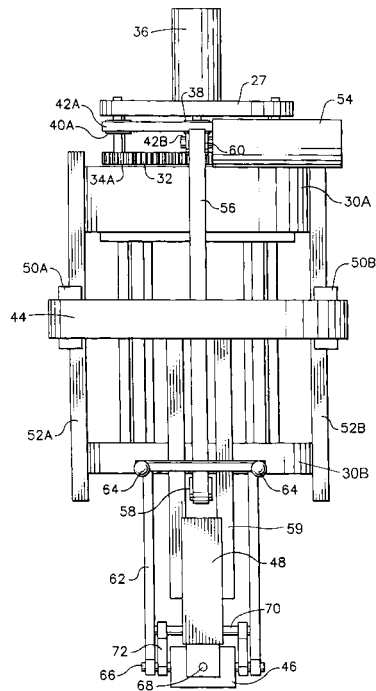
【図 1】



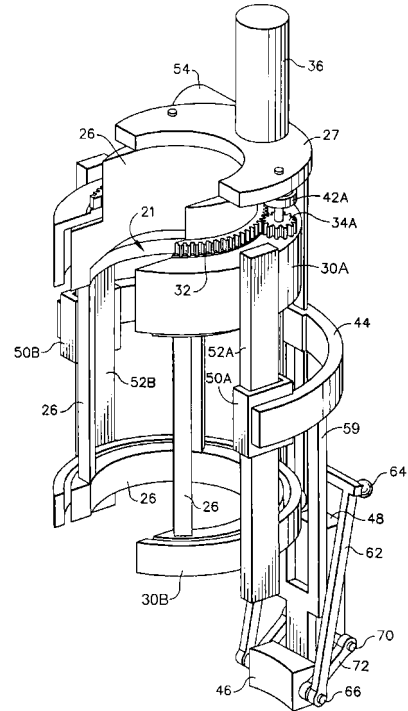
【図 2】



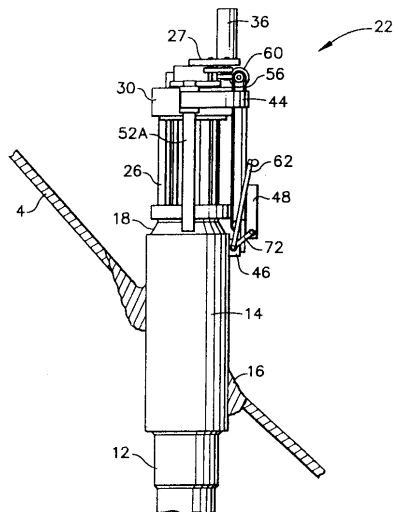
【 図 3 】



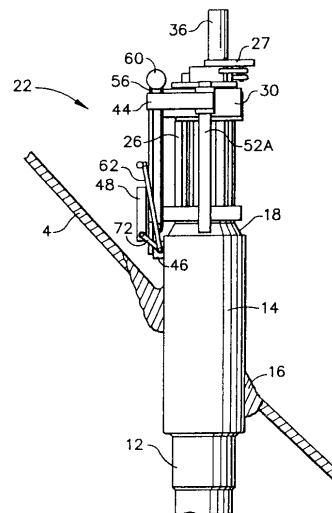
【 図 4 】



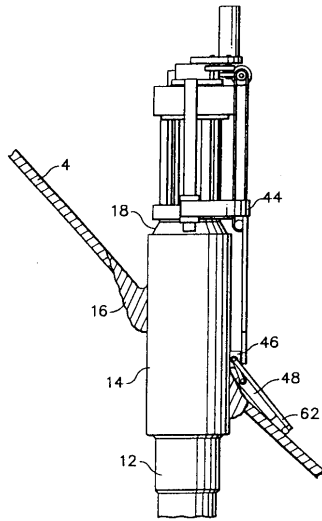
【 図 5 】



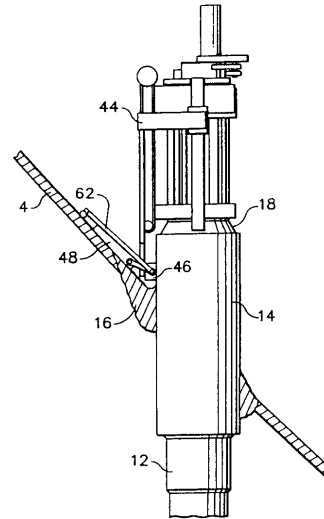
【 図 6 】



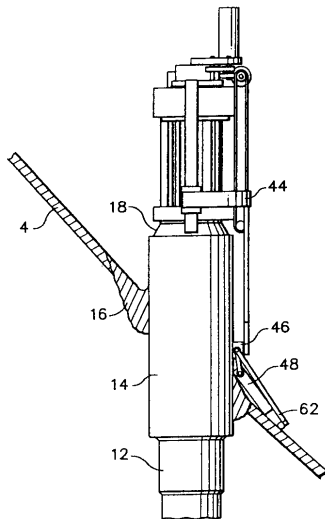
【図 7】



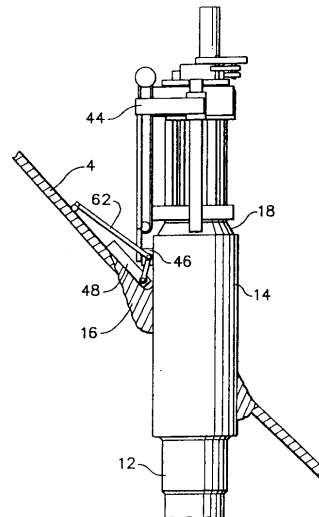
【図 8】



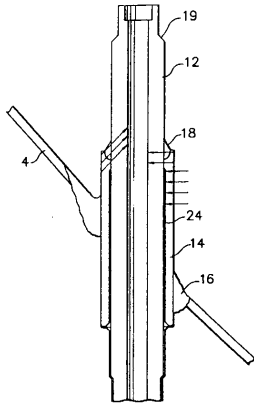
【図 9】



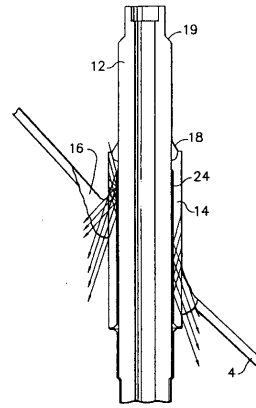
【図 10】



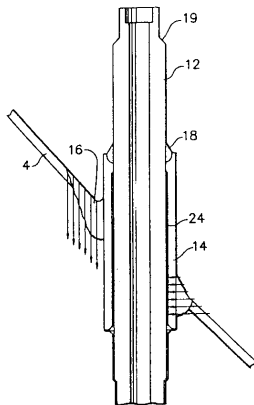
【図 1 1】



【図 1 2】



【図 1 3】



フロントページの続き

- (72)発明者 ブライアン・チャールス・ダカリング
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、サン・ホゼ、バーナル・ロード、104番
- (72)発明者 デイビッド・リー・リチャードソン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、ロス・ガトス、ニューヨーク・アベニュー、137シー (番地なし)
- (72)発明者 ジェームス・ハワード・ターフン
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、サン・ホゼ、フィドルタウン・プレイス、5938番
- (72)発明者 フランク・オルテガ
アメリカ合衆国、カリフォルニア州、サン・ホゼ、チューリップ・ブラッサム・コート、193番

審査官 今浦 陽恵

- (56)参考文献 特開平05-052824(JP,A)
特開平07-191002(JP,A)
特開昭58-047251(JP,A)
実開平03-083862(JP,U)
特開昭61-44348(JP,A)
特開平1-150854(JP,A)
実開平2-93753(JP,U)
米国特許第4463609(US,A)
特開昭62-229063(JP,A)
実開平3-25150(JP,U)
特開平5-40111(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G21C 17/00

G01N 29/10