

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5030503号  
(P5030503)

(45) 発行日 平成24年9月19日(2012.9.19)

(24) 登録日 平成24年7月6日(2012.7.6)

(51) Int.Cl.

F I

G 2 1 C 5/00 (2006.01)

G 2 1 C 5/00 G D B A

G 2 1 C 15/02 (2006.01)

G 2 1 C 15/02 C

請求項の数 16 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2006-212257 (P2006-212257)  
 (22) 出願日 平成18年8月3日(2006.8.3)  
 (65) 公開番号 特開2007-47159 (P2007-47159A)  
 (43) 公開日 平成19年2月22日(2007.2.22)  
 審査請求日 平成21年5月29日(2009.5.29)  
 (31) 優先権主張番号 102005037589.8  
 (32) 優先日 平成17年8月5日(2005.8.5)  
 (33) 優先権主張国 ドイツ(DE)

(73) 特許権者 501315289  
 アレヴァ エンペー ゲゼルシャフト ミ  
 ット ベシュレンクテル ハフツング  
 ドイツ連邦共和国 91052 エアラン  
 ゲン パウルーゴッセンシュトラッセ  
 100  
 (74) 代理人 100075166  
 弁理士 山口 巖  
 (72) 発明者 フリードリッヒ ライボルト  
 ドイツ連邦共和国 91230 ハブルグ  
 カインスパッハー シュトラッセ 7

審査官 青木 洋平

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 原子力設備の炉心におけるカバー要素並びに原子炉

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

炉心の上側を閉鎖する炉心カバー(3)と、該炉心カバー(3)と炉心支持格子との間に間隔を開けるために設けられた略円筒形の別個のサポートリング(6)とを備えた原子力設備の炉心を気密に閉鎖するカバー要素(2)において、前記サポートリング(6)が前記炉心カバー(3)に結合されており、取外し可能であることを特徴とする原子力設備の原子炉におけるカバー要素(2)。

【請求項 2】

前記炉心カバー(3)およびサポートリング(6)がそれぞれ単一鍛造品として形成されていることを特徴とする請求項1記載のカバー要素(2)。

【請求項 3】

前記炉心カバー(3)が、原子炉の運転時において、前記サポートリング(6)上に載っていることを特徴とする請求項1又は2に記載のカバー要素(2)。

【請求項 4】

前記炉心カバー(3)が、球面上に湾曲された偏平のカバーシェル(4)および該カバーシェル(4)に一体成形され、下向きに角度を成して曲げられた接続リング(18)を有し、該接続リング(18)およびサポートリング(6)が、それらの互いに向かい合う端部にそれぞれ環状段部(20、22)を、これらの両段部(20、22)が互いに連結されるように有していることを特徴とする請求項1ないし3のいずれか1つに記載のカバー要素(2)。

10

20

## 【請求項 5】

前記两段部（20、22）の形状が、前記接続リング（18）およびサポートリング（6）が全周にわたって隙間なしに互いに接するように互いに合わされていることを特徴とする請求項4記載のカバー要素（2）。

## 【請求項 6】

前記サポートリング（6）に配置された段部（22）が、前記接続リング（18）の段部（20）を外側から取り囲んでいることを特徴とする請求項4又は5に記載のカバー要素（2）。

## 【請求項 7】

前記炉心カバー（3）を前記サポートリング（6）に結合するために、多数の保持ピンあるいはボルト（30）が設けられていることを特徴とする請求項1ないし6のいずれか1つに記載のカバー要素（2）。

10

## 【請求項 8】

それぞれの前記保持ピンあるいはボルト（30）が、前記接続リング（18）およびサポートリング（6）の前記段部（20、22）を貫通する孔（32）にはめ込まれていることを特徴とする請求項7記載のカバー要素（2）。

## 【請求項 9】

それぞれの前記孔（32）が、前記サポートリング（6）の中心軸線に対して直角に向けられていることを特徴とする請求項8記載のカバー要素（2）。

## 【請求項 10】

20

前記炉心カバー（3）を前記サポートリング（6）に結合するために、多数の取付けボルトあるいはねじ付きボルト（36）が利用されていることを特徴とする請求項1ないし9のいずれか1つに記載のカバー要素（2）。

## 【請求項 11】

それぞれの前記取付けボルトあるいはねじ付きボルト（36）が、前記炉心カバー（3）のカバーシェル（4）を貫通し、前記サポートリング（6）の内部に突出するように配置された取付けブラケット（44）に固定されていることを特徴とする請求項10記載のカバー要素（2）。

## 【請求項 12】

それぞれの前記取付けボルトあるいはねじ付きボルト（36）が、前記サポートリング（6）の軸線に対して平行に向けられていることを特徴とする請求項10又は11に記載のカバー要素（2）。

30

## 【請求項 13】

それぞれの前記取付けボルトあるいはねじ付きボルト（36）が、それらの前記カバーシェル（4）の上側に位置する端部が、ナット（48）によって固定されていることを特徴とする請求項10ないし12のいずれか1つに記載のカバー要素（2）。

## 【請求項 14】

それぞれの前記保持ピンあるいはボルト（30）あるいは前記取付けボルトあるいはねじ付きボルト（36）が、変位しないように止められていることを特徴とする請求項7ないし13のいずれか1つに記載のカバー要素（2）。

40

## 【請求項 15】

それぞれの前記保持ピンあるいはボルト（30）あるいは前記取付けボルトあるいはねじ付きボルト（36）が、前記炉心カバー（3）および／又は前記サポートリング（6）に溶接されていることを特徴とする請求項14記載のカバー要素（2）。

## 【請求項 16】

運転時において、点検目的で取外し可能な請求項1ないし15のいずれか1つに記載のカバー要素（2）によって上側が閉じられていることを特徴とする原子炉。

## 【発明の詳細な説明】

## 【技術分野】

## 【0001】

50

本発明は原子力設備の炉心におけるカバー要素に関する。また本発明はそのようなカバー要素を有する原子炉に関する。

【背景技術】

【0002】

沸騰水形原子炉は冷却材が充填された原子炉圧力容器を有し、その原子炉圧力容器の中に燃料集合体で形成された炉心が配置されている。炉心は一般に円筒状炉心ジャケットによって横が取り囲まれている。燃料集合体は、炉心ジャケットの上端に配置されたいわゆる炉心支持格子に保持されている。炉心は一般に球欠状あるいは半球状の炉心カバーによって上側が閉鎖されている。炉心カバーに多数の貫通開口が設けられている。原子炉の運転中、原子炉圧力容器内に存在する冷却水は、炉心内で進行する核反応のために加熱され、部分的に蒸発される。このようにして発生した水・蒸気・混合物は炉心カバーにおける貫通開口を通して、その貫通開口に接続された気水分離器のいわゆるスタンドパイプに流入し、続いて、蒸気乾燥器に導かれる。その後、高温高圧の乾いた生蒸気は、生蒸気管を通して圧力容器から排出され、電気エネルギーを発生するために、発電機に連結された蒸気タービンに導かれる。

10

炉心カバーは、通常、その圧力強度および気密性に関して厳しい要件が課せられている。従って、炉心カバーは一般に単一鍛造品として形成されている。また、炉心における点検作業のためにおよび特に燃料集合体の交換のために、炉心カバーは炉心ジャケットないし炉心支持格子に取外し可能に固定されねばならない。さらに、蒸気流を気水分離器のスタンドパイプに流入する前に有利に制御し鎮静化するために、炉心カバーと炉心支持格子との間に十分に大きな垂直間隔が開けられている。この間隔は、炉心カバーの球欠状カバーシェル（殻）にサポートリングとも呼ばれる中間リングが一体成形されていることによって実現され、その中間リングは、原子炉の運転中、その下縁が炉心支持格子あるいは円筒状炉心ジャケットに固定されている。炉心カバーのそのような単一鍛造品としての形成は、その大きさおよびその複雑な形状のために、問題があり、高い製造費を伴う。

20

【0003】

【特許文献1】米国特許第4818476号

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明の課題は、所定の幾何学的周辺条件のもとで、単純で安価に製造でき、運転状態において炉心を確実に気密に閉鎖できる原子力設備の炉心におけるカバー要素を提供することにある。また、カバー要素が点検時および燃料集合体取扱い時に容易に取り外すことができ、炉心における良好な操作性を提供するようにすることにある。

30

【課題を解決するための手段】

【0005】

この課題は、本発明によれば、カバー要素が炉心カバーと別個のサポートリングとを有し、そのサポートリングが炉心カバーに強圧的および／又はかみ合い結合的に結合されている、ことによって解決される。

【0006】

40

本発明は、カバー要素が是認できる製造費に関連して少なくとも2分割構造で形成されねばならない、という考えから出発している。その場合、個々の個別部品として、偏平な半球体（球欠状体）の形をしたカバーシェルを備えた炉心カバーおよびこの炉心カバーにぴったり結合できるサポートリングが用意される。その両構成要素の結合は、例えば燃料集合体交換のために炉心カバーの分解時にサポートリングが、一回の作業工程で、炉心カバーと一緒に原子炉圧力容器から取り出され、これによって生じた大きな運動自由空間により、炉心内における特に良好な操作性が生ずる、ように行われねばならない。

【0007】

基本的には、炉心カバーはその目的のためにサポートリングに溶接できる。しかしそのために、大きな容積の溶接継手が必要であり、その溶接継手は時間と経費がかかる溶接作

50

業を伴い、さらに、恐らく腐食の危険性が増大する。その溶接過程のために、炉心カバーおよびサポートリングの材料に熱が入り込む。この入熱は、事情によっては、材料の腐食特に応力腐食割れの危険が増大するように作用する。炉心カバーとその下に位置するサポートリングとの溶接継手は、従って、原子力設備の運転員にとって非常に面倒な反復サイトチェック（目視点検）が必要とされる。従って、両構成要素を結合するための物質結合に向けられた溶接継手の代わりに、本発明によれば、異なった結合方式、即ち、強圧的および／又はかみ合い結合的な結合あるいは固定が行われる。このようにして、特に比較的大きな放射線負荷の炉心近くにおいて、腐食の危険が減少され、管理費用が低減される。

【 0 0 0 8 】

好適には、炉心カバー並びにサポートリングがそれぞれ単一鍛造品として形成され、その場合、特にオーステナイト材料が採用される。

【 0 0 0 9 】

好適には、カバー要素は、炉心カバーが運転位置においてその円環状縁でそれに面するサポートリング端面上に載るように構成されている。通常の場合、即ち、原子炉の運転中、サポートリングの端面側接触面は、炉心カバーの自重によって並びに場合によっては炉心カバーの上側における蒸気乾燥器に作用する保持ばねの押圧力によってしか荷重されない。即ち、上から与えられた拘束力は、強圧的ないしかみ合い結合的結合を実施するために用意された結合要素を負荷することなしに、接触支持面を介して下向きにサポートリングに直接導かれる。従って、そのような結合要素は、炉心カバーの組立中あるいは分解中だけしか大きな保持力を伝達ないし用意する必要がない。その結合要素は特に、例えば炉心カバーが燃料集合体交換後に再びその運転位置に炉心支持格子上に下ろされ心出しされた時、互いに結合される両構成要素の相対回転も阻止する。

【 0 0 1 0 】

有利な実施態様において、炉心カバーはカバーシェルのおよびこのカバーシェルに一体成形された接続リングを有し、この接続リングおよびサポートリングが、それらの互いに向かい合う端部にそれぞれ環状段部を、これらの両段部が互いにかみ合うように有している。段部あるいは段階づけが上述したように相互にかみ合うことによって、カバー要素の製造時ないし組立時に炉心カバーとサポートリングとの自己心出し結合が保証される。接続リングはカバーシェルから角度を成して突出し、縦方向広がり有している。しかし、炉心カバーに配置された段部をカバーシェルの縁に直接一体化することもできる。また、多重段階づけないし多重かみ合わせを考慮することもできる。

【 0 0 1 1 】

両段部の形状が、接続リングおよびサポートリングが全横方向広がり範囲にわたって隙間なしに互いに接するように互いに合わされていることが有利である。そのようなぴったり合った座りによって、配置の高い気密性が達成される。さらに、炉心カバーからサポートリングに伝達される接触支持力および拘束力が、互いに結合された構成要素の結合部位の全横断面積に一樣に分布される。

【 0 0 1 2 】

有利な実施態様において、段部の横方向ずれは、サポートリングに配置された段部が、接続リングの段部を外側から取り囲み、これによって、内側に位置する部分に対する囲い込みを形成するように選定されている。

【 0 0 1 3 】

炉心カバーをサポートリングに固く永続的に結合するために、好適には、多数の保持ピンあるいはボルトが利用され、その場合、それぞれの保持ピンあるいはボルトが、接続リングおよびサポートリングの段部を貫通する孔にはめ込まれている、ことが有利である。それぞれの孔は、好適には、サポートリングの軸線に対して直角に向けられ、即ち、運転位置において、測地学的に水平に向けられている。既に上述したように、カバー要素が、即ち、炉心カバーがサポートリングと共に原子炉圧力容器から引き出され、あるいは続いて再び原子炉圧力容器の中にはめ込まれる時しか、ボルトは力を受ける必要がない。そのために、カバー要素は炉心カバーに引っ掛かるクレーン状装置で持ち上げられる。その場

合、サポートリングは炉心カバーにいわば「ぶら下がる」。孔にはめ込まれたボルトあるいはピンは、主にせん断荷重で負荷される。

【0014】

好適には、保持ピンあるいはボルトは変位止めされ、その場合、例えば止めピンなどのような通常の保持手段が利用される。特に、保持ピンを炉心カバーあるいはサポートリングに固定するために溶接することもできる。

【0015】

異なった実施態様あるいは追加的な有利な実施態様において、炉心カバーはサポートリングに多数の取付けボルトあるいはねじ付きボルトによってかみ合い結合的に結合される。特に有利な実施態様において、それぞれの取付けボルトあるいはねじ付きボルトは、炉心カバーのカバーシェルを貫通し、サポートリング側がサポートリングに配置された取付けブラケットに固定されている。好適には、取付けボルトあるいはねじ付きボルトは雄ねじを有している。それに応じて、取付けブラケットおよび場合によって炉心カバーは、取付けボルトあるいはねじ付きボルトに対する雌ねじを備えた受け孔を有している。好適には、取付けボルトあるいはねじ付きボルトはサポートリングの軸線に対して平行に、即ち、運転位置において垂直に向けられ、これによって、カバー要素の持ち上げ時、結合要素に引っ張り荷重が生ずる。取付けボルトあるいはねじ付きボルトは、そのカバー側の上端がナットあるいはロックナットによって固定される。追加的に、炉心カバーおよび/又はサポートリングないしその取付けブラケットへの溶接によって、取付けボルトあるいはねじ付きボルトの保全が行われる。

【0016】

このカバー要素は、目的にあって、沸騰水形原子炉に採用され、そこで運転状態において、原子炉圧力容器を上側端で閉鎖する。

【発明の効果】

【0017】

本発明によって得られる利点は特に、それぞれ単純に製造できる2つの鍛造品が、適当な結合要素によって強圧的および/又はかみ合い結合的に1つの複雑なカバー要素の形に結合され、このカバー要素が炉心における点検作業時および特に燃料集合体と一緒の炉心支持格子の装着時、一回の作業過程で1つのユニットとして分解される、ということにある。炉心カバーとサポートリングとの強圧的および/又はかみ合い結合的な結合に基づいて、腐食の危険がある大きな容積の溶接継手が省かれ、これに関連する反復点検および修理作業が省かれる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0018】

以下図を参照して本発明の実施例を詳細に説明する。なお各図において同一部分には同一符号が付されている。

【実施例1】

【0019】

図1には、沸騰水形原子炉の炉心に対するカバー要素2が部分断面図で示されている。その左側半部における破線円内が右側半部に詳細に示されている。カバー要素2は原子炉圧力容器(ここでは詳細に図示せず)の内部に配置され、その運転位置において炉心部位の上側を閉鎖している。その炉心部位の内部に燃料集合体が配置されている。カバー要素2は、球面状に湾曲された偏平のカバーシェル4を備えた炉心カバー3と、このカバーシェル4に結合された概ね円筒形をしたサポートリング6を有している。このサポートリング6はその下縁8が燃料集合体を受けるために用意された炉心支持格子に取り付けられている。ここでは取付け構造の詳細は重要でないので、炉心支持格子は示されていない。

【0020】

炉心支持格子と炉心カバー3との間にはめ込まれたサポートリング6によって、縦方向10において円蓋状カバーシェル4とその下側に位置する燃料集合体付き炉心部位との間

隔が、サポートリング 6 なしの構造に比べて増大されている。円筒状サポートリング 6 で包囲された蒸気室あるいは混合室 1 2 の中に、原子炉運転中に原子炉圧力容器内に生ずる水・蒸気・混合物が集められ、これが炉心カバー 3 に配置された貫通開口 1 4 を通して上向きに続く気水分離器（ここでは図示せず）のスタンドパイプに流入する前に一様にされる。また、炉心カバー 3 に環状接続フランジ 1 7 が一体形成され、この接続フランジ 1 7 に、蒸気乾燥器（ここでは図示せず）に対する支え台として用いる支持構造物 1 6 が固定されている。

#### 【 0 0 2 1 】

炉心カバー 3 のカバーシェル 4 に、下向きに角度を成して曲げられた円筒状接続リング 1 8 が一体成形され、この接続リング 1 8 はその下端に環状段部 2 0 を有している。この段部 2 0 は、サポートリング 6 の上縁に在る同様に環状をした段部 2 2 に、横断面的に見て単純なかみ合わせが生ずるように合わせて形成されている。その両段部 2 0、2 2 はそれぞれ同じ高さを有している。これによって、サポートリング 6 および接続リング 1 8 における高さがずれた内側接触面 2 4 並びに外側接触面 2 6 は平らに互いに接する。それらの接触面 2 4、2 6 はそれぞれ円環形状を有し、それぞれ水平面内に位置している。段階づけは、両段部 2 0、2 2 の円筒状円周面を形成する垂直に延びる接触面 2 8 も互いに隙間なしに接するように直角に実施されている。その両段部 2 0、2 2 の縁は僅かに傾斜されるか丸められる。実施例において両段部 2 0、2 2 は、接触支持力が上側（外側）円環状面および下側（内側）円環状面に一様に分布されるように同じ幅を有している。

#### 【 0 0 2 2 】

図 1 の実施例において、配置を永続的に結合および固定するために、円筒形状物の周りに円周方向に分布された多数のボルト 3 0 が設けられている。その各ボルト 3 0 は、サポートリング 6 および接続リング 1 8 の両段部 2 0、2 2 を半径方向に貫通して延びる開口あるいは孔 3 2 にぴったりはまり込んでいる。それぞれのボルト 3 0 の長さは、この部位において全壁厚によって生ずる孔 3 2 の長さより幾分長くされている。ボルト 3 0 の変位止めのために、ボルト 3 0 は孔 3 2 の外側円形境界縁でそれぞれの段部 2 0、2 2 に溶接されている（止め溶接継手 3 4）。

#### 【 実施例 2 】

#### 【 0 0 2 3 】

図 2 の第 2 実施例において、サポートリング 6 への炉心カバー 3 の固定方式は、長いねじ付きボルト 3 6 が炉心カバー 3 のカバーシェル 4 における開口 3 8 にはまり込み、そのねじ付きボルト下端がサポートリング 6 の取付けブラケット 4 4 における雌ねじ付き孔 4 2 に保持されている点で変更されている。円筒内部に突出する取付けブラケット 4 4 はサポートリング 6 の内側壁に溶接されている。しかし取付けブラケット 4 4 は溶接継手を回避するために鍛接することもできる。ねじ付きボルト 3 6 はカバーシェル 4 から突出する上端がナット 4 8 で固定されている。前記実施例と同様に、ねじ付きボルト 3 6 の炉心カバー 3 あるいは取付けブラケット 4 4 への溶接によって、ねじ付きボルト 3 6 の追加的固定が実現される。

#### 【 0 0 2 4 】

ここで述べた構想において、特に静力学上の理由から、カバーシェル 4 の従来通常の同じ厚さから目を転ずることが目的に適っている。即ち、特に大きな安定性および強度を得るために、図 3 に示されているように、カバーシェル 4 の壁厚をその中央から外に向けて連続して増大することが有利である。即ち、接続リング 1 8 の近くにおいて、カバーシェル 4 の厚さは中央より厚くなっている。これは例えば、カバーシェル 4 の内側面 5 2 および外側面 5 4 における半径の中心が中心軸線 5 6 に沿ってずらされるか、偏心して配置される、ことによって実現される。これによって、カバーシェル 4 の図 3 に破線で示された有利な形状が生じ、この形状は実線で示された従来通常の形状と異なっている。

#### 【 図面の簡単な説明 】

#### 【 0 0 2 5 】

【 図 1 】 沸騰水形原子炉の炉心におけるカバー要素の断面図。

【図2】カバー要素の異なった実施例の断面図。

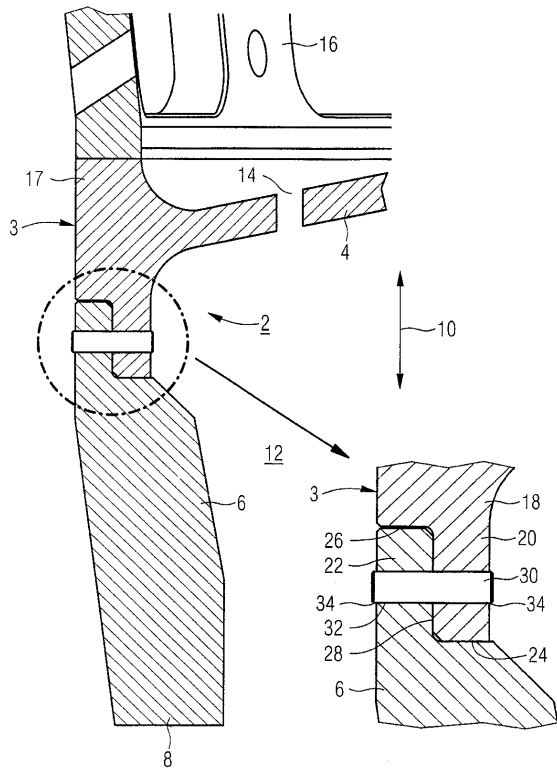
【図3】カバー要素の炉心カバーの断面図。

【符号の説明】

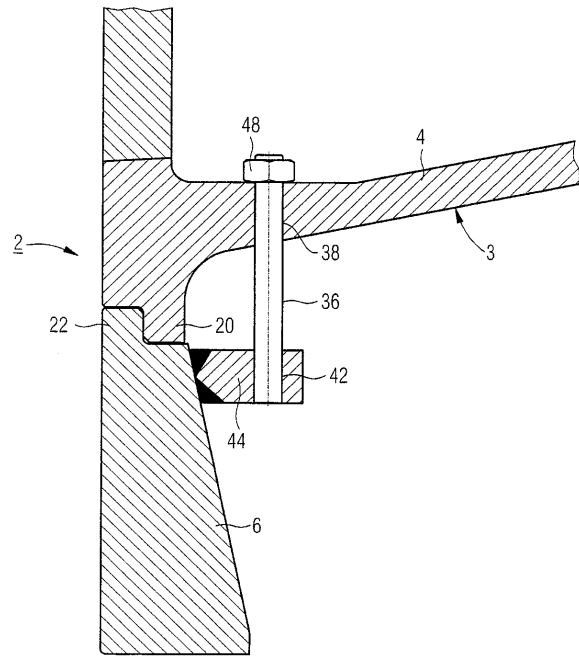
【0026】

2	カバー要素	
3	炉心カバー	
4	カバーシェル	
6	サポートリング	
8	下縁	
10	縦方向	10
12	蒸気室 / 混合室	
14	貫通開口	
16	支持構造物	
17	接続フランジ	
18	接続リング	
20	環状段部	
22	環状段部	
24	接触支持面	
26	接触支持面	
28	接触面	20
30	ボルト	
32	孔	
34	止め溶接継手	
36	ねじ付きボルト	
38	受け孔	
42	受け孔	
44	取付けブラケット	
48	ナット	
52	内側面	
54	外側面	30
56	中心軸線	

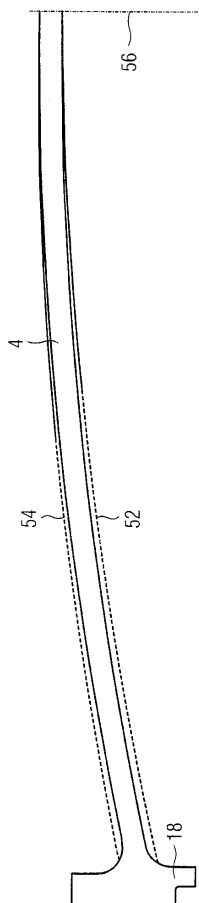
【図 1】



【図 2】



【図 3】





---

フロントページの続き

(56)参考文献 特開昭 6 2 - 1 2 6 3 8 9 ( J P , A )  
特開昭 5 7 - 0 7 0 4 9 4 ( J P , A )  
特開昭 5 2 - 0 6 6 1 9 6 ( J P , A )  
特開昭 6 2 - 1 1 6 2 9 2 ( J P , A )  
特表 2 0 0 1 - 5 0 3 1 4 9 ( J P , A )  
特開昭 6 2 - 1 2 1 3 9 1 ( J P , A )

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)  
G 2 1 C        5 / 0 0  
G 2 1 C        1 5 / 0 2