

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号  
特許第7568544号  
(P7568544)

(45)発行日 令和6年10月16日(2024.10.16)

(24)登録日 令和6年10月7日(2024.10.7)

(51)国際特許分類

F I

G 2 1 F	5/00	(2006.01)	G 2 1 F	5/00	K
G 2 1 F	5/10	(2006.01)	G 2 1 F	5/10	N
G 2 1 F	5/06	(2006.01)	G 2 1 F	5/06	G
G 2 1 F	9/36	(2006.01)	G 2 1 F	9/36	5 0 1 G
			G 2 1 F	9/36	5 0 1 H

請求項の数 1 (全8頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2021-31359(P2021-31359)  
 (22)出願日 令和3年3月1日(2021.3.1)  
 (65)公開番号 特開2022-132741(P2022-132741 A)  
 (43)公開日 令和4年9月13日(2022.9.13)  
 審査請求日 令和5年9月1日(2023.9.1)  
 前置審査

(73)特許権者 000001199  
株式会社神戸製鋼所  
兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号  
 (74)代理人 110001841  
弁理士法人 A T E N  
 (72)発明者 古館 佑樹  
兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 株式会社神戸製鋼所内  
 (72)発明者 萬谷 健一  
兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 株式会社神戸製鋼所内  
 (72)発明者 下条 純  
兵庫県神戸市中央区脇浜海岸通二丁目2番4号 株式会社神戸製鋼所内  
 最終頁に続く

(54)【発明の名称】 放射性物質収納容器の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

放射性物質が内部に収納される内筒と、前記内筒の外側に間隔を空けて設けられる外筒との間の空間に、前記内筒および前記外筒に接触する略L字断面形状の板状伝熱部材が周方向に複数設けられるとともに、互いに隣り合う2つの前記板状伝熱部材の間にブロック状の中性子遮蔽体が設けられる放射性物質収納容器の製造方法であって、

前記板状伝熱部材の一端部を前記外筒の内周面に固定する伝熱部材固定工程と、  
 前記外筒の内周面に前記一端部が固定された前記板状伝熱部材の他端部を前記内筒の外周面に押し付けることで、前記他端部を曲げ変形させつつ前記外周面に接触させる伝熱部材組付け工程と、

を備え、

前記板状伝熱部材は、前記内筒と前記外筒とを接続するように配置される板状の伝熱部材本体部を有し、

前記伝熱部材本体部と前記伝熱部材本体部から延在する前記他端部とのなす角度が、前記伝熱部材組付け工程の前よりも前記伝熱部材組付け工程の後のほうが小さく、  
前記角度が、前記伝熱部材組付け工程の前は94°以上である、

放射性物質収納容器の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、放射性物質収納容器の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

この種の技術として、例えば特許文献1に記載のものがある。特許文献1に記載の放射性物質収納容器の製造方法では、まず、周方向に分割された複数の外筒分割体を準備する。そして、伝熱部材の一端部を外筒分割体の内面に固定するとともに、互いに隣り合う2つの伝熱部材の間にブロック状の中性子遮蔽体を配置することなどで、外筒分割体、伝熱部材、および中性子遮蔽体が一体化された分割体ユニットを製作する。その後、分割体ユニット同士を内筒の周りで連結させる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開2016-217893号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載の製造方法によると、周方向に分割された複数の外筒分割体として外筒が準備されることで、伝熱部材、および中性子遮蔽体の放射性物質収納容器への組み込み作業が容易となり、放射性物質収納容器の生産効率を向上させることが可能となる。

【0005】

しかしながら、特許文献1に記載の放射性物質収納容器の製造方法には、次のような解決すべき課題が残されていた。前記のとおり、特許文献1に記載の放射性物質収納容器において、伝熱部材の一端部は外筒分割体（外筒）の内面に固定される。一方、伝熱部材の他端部（特許文献1において第2突出部と記載）は内筒の外周面に溶接されることなく圧接される。伝熱部材の他端部は内筒に固定されず、内筒に接触した状態とされる。

【0006】

ここで、放射性物質収納容器の温度変化や事故時の衝撃などにより、例えば外筒など放射性物質収納容器を構成する部材に変形が生じたと仮定する。当該部材の変形が、伝熱部材の他端部が内筒に押し付けられるような変形の場合は、伝熱部材と内筒との接触状態が維持されるので伝熱部材の除熱機能が損なわれることは特にない。しかしながら、伝熱部材の他端部が内筒から離れるような部材の変形の場合には、伝熱部材と内筒との接触状態が直ちに失われ、伝熱部材の除熱機能が損なわれることが懸念される。

【0007】

本発明の目的は、伝熱部材が内筒から離れるような変形が放射性物質収納容器に生じたとしても、伝熱部材と内筒との接触状態が失われることを抑制することができる放射性物質収納容器の製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0008】

本発明は、放射性物質が内部に収納される内筒と、前記内筒の外側に間隔を空けて設けられる外筒との間の空間に、前記内筒および前記外筒に接触する略L字断面形状の板状伝熱部材が周方向に複数設けられるとともに、互いに隣り合う2つの前記板状伝熱部材の間にブロック状の中性子遮蔽体が設けられる放射性物質収納容器の製造方法であって、前記板状伝熱部材の一端部を前記外筒の内周面に固定する伝熱部材固定工程と、前記外筒の内周面に前記一端部が固定された前記板状伝熱部材の他端部を前記内筒の外周面に押し付けることで、前記他端部を曲げ変形させつつ前記外周面に接触させる伝熱部材組付け工程と、を備える。

【発明の効果】

【0009】

本発明の製造方法によれば、伝熱部材が内筒から離れるような変形が放射性物質収納容器に生じたとしても、伝熱部材と内筒との接触状態が失われることを抑制することができ

10

20

30

40

50

る。

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】放射性物質収納容器の縦断面図である。

【図2】図1のA-A断面図である。

【図3】図2のB部詳細図である。

【図4】板状伝熱部材の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

以下、本発明を実施するための形態について図面を参照しつつ説明する。図1～図4を参照しつつ、本発明の一実施形態に係る放射性物質収納容器100の構造、およびその製造方法について説明する。

10

【0012】

放射性物質収納容器100は、使用済燃料などの放射性物質を収納して、輸送、貯蔵するために用いられるものであって、図1に示すように、放射性物質が内部に収納される有底円筒形状の容器本体1と、容器本体1の上部開口にボルトなどで着脱可能に取り付けられる一次蓋2、二次蓋3、および三次蓋4という複数の蓋とを備えている。一次蓋2は、容器本体1の開口を密封する蓋であり、一次蓋2の外側に設置される二次蓋3は、一次蓋2との間の空間S1の圧力を一次蓋2および容器本体1の内筒5とともに保持する蓋である。また、二次蓋3の外側に設置される三次蓋4は、放射性物質収納容器100を輸送する際に取り付けられる蓋であって、放射性物質収納容器100を所定の貯蔵場所へ輸送した後は特別な場合を除いて外される。

20

【0013】

容器本体1は、放射性物質を収納するための内部空間を有する有底円筒形状の内筒5と、内筒5の外側に間隔をあけて設けられる円筒形状の外筒6とを有する。内筒5は、円筒形状の筒材7の下端部に底板8が溶接されることで有底円筒形状に構成されている。

【0014】

容器本体1（内筒5）内から外部への中性子の放出を抑えるために、容器本体1の外周部には、側部中性子遮蔽体10が設置され、容器本体1の底部、および二次蓋3には、それぞれ、底部中性子遮蔽体11、および蓋部中性子遮蔽体12が設置される。各中性子遮蔽体10～12は、例えば、エポキシ樹脂、もしくはポリエステル樹脂などの樹脂を主材とする遮蔽体、またはシリコンゴム、もしくはエチレンポリプロピレンゴムなどのゴムを主材とする遮蔽体である。

30

【0015】

なお、容器本体1、一次蓋2、二次蓋3、および三次蓋4は、ガンマ線遮蔽機能と構造強度とを確保するため、例えば炭素鋼からなる。

【0016】

本実施形態の上記側部中性子遮蔽体10は、容器本体1の側部の環状空間に設置されるものであり、例えば、複数のブロック状に分割されて所定の形状、寸法にプレ成型加工されたものである。図2に示すように、ブロック状の各側部中性子遮蔽体10は、内筒5と外筒6との間の上記環状空間に閉じ込められた状態とされる。なお、後述するように、側部中性子遮蔽体10（中性子遮蔽体）は鋳込みにより成形されてもよい。

40

【0017】

内筒5と外筒6との間の環状空間には、側部中性子遮蔽体10に加えて複数の板状伝熱部材9が周方向に設置される。これら板状伝熱部材9は、収納された放射性物質の崩壊熱を外部に逃がすための部材である。中性子遮蔽体は、金属部材と比べて熱伝導率が低く、断熱材のように機能してしまうことから、内筒5と外筒6とを接続するように複数の板状伝熱部材9を内筒5と外筒6との間に周方向に設置することで、放射性物質収納容器100の除熱性能を確保することができる。

【0018】

50

図3、図4などに示すように、上記板状伝熱部材9は、断面形状が略L字形の部材である。この板状伝熱部材9は、内筒5と外筒6とを接続するように配置される板状の伝熱部材本体部9bと、伝熱部材本体部9bの一方の端部に設けられる板状の第1連結部9aと、伝熱部材本体部9bの他方の端部に設けられる板状の第2連結部9cとを有する。このような板状伝熱部材9が、内筒5と外筒6との間の環状空間に周方向に並んだ状態とされる。

#### 【0019】

板状伝熱部材9は、その第1連結部9a（板状伝熱部材9の一端部）が外筒6の内周面に溶接により固定されるとともに、第2連結部9c（板状伝熱部材9の他端部）が内筒5の外周面に接触される。これによって、内筒5内で発生する放射性物質の崩壊熱が、内筒5、板状伝熱部材9、および外筒6を伝い、外部へ除熱される。板状伝熱部材9を構成する材料は、熱伝導率が高い材料であることが好ましく、例えば、銅、銅合金、アルミニウム、アルミニウム合金などが使用される。

10

#### 【0020】

放射性物質収納容器100の製造方法の一例について説明する。上記板状伝熱部材9および側部中性子遮蔽体10の内筒5と外筒6との間への組み込み方法は、例えば次の通りである。なお、外筒6は、特開2016-217893号公報に記載されているような、周方向に2分割されてなる1組の半割形状のもの（周方向に分割された1組の複数の外筒分割体）であってもよいし、円筒形状のものであってもよい。外筒6は、例えば鋼板を曲げ加工することによって製作される。

20

#### 【0021】

板状伝熱部材9は、例えば銅板を曲げ加工することによって製作される。銅板の曲げ加工により、板状伝熱部材9の第1連結部9aおよび第2連結部9cが形成される。第2連結部9cは、伝熱部材本体部9bに対して第1連結部9aとは反対側に曲げられる。なお、内筒5の外周面と第2連結部9cとを確実に接触させるために、第2連結部9cは、第1連結部9aよりも長いものとされる。

#### 【0022】

本実施形態では、伝熱部材本体部9bと第1連結部9aとのなす角度が、略90°（例えば89°）となるように第1連結部9aは製作される。また、伝熱部材本体部9bと第2連結部9cとのなす角度が、例えば94°以上、100°以下の鈍角となるように第2連結部9cは製作される。

30

#### 【0023】

準備した外筒6の内側に、その周方向に沿って複数の板状伝熱部材9および複数の側部中性子遮蔽体10を設置していく。手順の詳細は例えば次の通りである。

#### 【0024】

（伝熱部材固定工程）

まず、1つ目の板状伝熱部材9の第1連結部9aの先端部を、外筒6の内周面に溶接することで、外筒6に1つ目の板状伝熱部材9を固定する。なお、図3に符号13を付して第1連結部9a先端部の溶接部を図示している。続いて、板状伝熱部材9の第1連結部9aが突出している側に、ブロック状の側部中性子遮蔽体10を配置し、さらにこの側部中性子遮蔽体10に対して1つ目の板状伝熱部材9の反対側に2つ目の板状伝熱部材9を配置する。

40

#### 【0025】

このとき、1つ目と2つ目の板状伝熱部材9によって側部中性子遮蔽体10が挟まれ、側部中性子遮蔽体10の両側面が、1つ目と2つ目の板状伝熱部材9の伝熱部材本体部9bにそれぞれ密着するように、板状伝熱部材9および側部中性子遮蔽体10は配置される。また、第2連結部9cによって、内筒5の外周面がほとんど隙間なく覆われるように、互いに隣接する2つの板状伝熱部材9の第2連結部9c同士が、周方向に略連続するように配置される。

#### 【0026】

50

その後、2つ目の板状伝熱部材9の第1連結部9aの先端部を、外筒6の内周面に溶接することで、外筒6に2つ目の板状伝熱部材9を固定する。そして、上記工程を繰り返すことにより、複数の板状伝熱部材9および複数の側部中性子遮蔽体10は、外筒6の内側にその周方向に沿って設置される。

**【0027】**

(伝熱部材組付け工程)

別工程で製作された内筒5を準備する。そして、複数の板状伝熱部材9および複数の側部中性子遮蔽体10が内側に設置されてなる外筒6を、板状伝熱部材9の第2連結部9cを内筒5の外周面に押し付けるようにして、内筒5の外側に嵌め込む。第2連結部9cを内筒5の外周面に押し付けることで、第2連結部9cを伝熱部材本体部9b側に曲げ変形させつつ内筒5の外周面に接触させる。これにより、伝熱部材本体部9bと伝熱部材本体部9bから延在する第2連結部9cとのなす角度は、第2連結部9cが伝熱部材本体部9b側に曲げ変形することで、伝熱部材組付け工程の前よりも伝熱部材組付け工程の後のほうが小さくなる。例えば、伝熱部材組付け工程の前、すなわち板状伝熱部材9の製作時、角度は $94^\circ$ 以上であるのに対し、伝熱部材組付け工程の後は、角度は、例えば $93^\circ$ ( $94^\circ$ 未満)となる。

10

**【0028】**

上記により、内筒5と外筒6との間の環状空間に、板状伝熱部材9および側部中性子遮蔽体10が周方向に交互に複数設けられた放射性物質収納容器100が完成する。なお、放射性物質収納容器100を構成する容器本体1の底部への底部中性子遮蔽体11の組み込み、二次蓋3への蓋部中性子遮蔽体12の組み込み、ならびに一次蓋2、二次蓋3、および三次蓋4の製作などの説明は割愛する。

20

**【0029】**

(効果)

本実施形態では、外筒6の内周面に第1連結部9aが固定された板状伝熱部材9の第2連結部9cを内筒5の外周面に押し付けることで、第2連結部9cを曲げ変形させつつ内筒5の外周面に接触させている。言い換えれば、板ばねを圧縮するように板状伝熱部材9の第2連結部9cを内筒5の外周面に接触させている。

**【0030】**

ここで、放射性物質収納容器100の温度変化や事故時の衝撃などにより、例えば外筒6など放射性物質収納容器100を構成する部材に変形が生じたと仮定する。当該部材の変形が、内筒5の外周面から板状伝熱部材9が離れようとする方向の変形の場合、本実施形態によると、板状伝熱部材9の第2連結部9cは、その弾性力にて内筒5の外周面側へ変形する。そのため、板状伝熱部材9が内筒5から離れるような変形が放射性物質収納容器100に生じたとしても、板状伝熱部材9と内筒5の外周面との接触状態が失われることは抑制される。その結果、事故時などにおいても、放射性物質収納容器100の除熱機能を維持することが可能となる。

30

**【0031】**

なお、伝熱部材組付け工程時における伝熱部材本体部9bに対する第2連結部9cの曲げ変形は、弾性変形内での変形であってもよいし、塑性変形を伴う変形であってもよい。塑性変形を伴う変形であったとしても、内筒5の外周面から板状伝熱部材9が離れようとする方向の変形の場合、第2連結部9cは完全に元の角度まで戻らない(広がらない)にしても内筒5の外周面側へ変形する。

40

**【0032】**

なお、従来、外筒6の内周面および内筒5の外周面に、伝熱部材の一端部および他端部がそれぞれ溶接にて固定されている放射性物質収納容器もある。すなわち、伝熱部材の両端部がいずれも完全に拘束されている放射性物質収納容器もある。この場合、事故時などに生じた変形によって伝熱部材が破断すると、その途端に内筒5から外筒6への伝熱経路が断たれ放射性物質収納容器100の除熱機能が損なわれる。一方で、本実施形態では、板状伝熱部材9の外筒6側のみが溶接され、内筒5側は溶接されていないので、伝熱部材

50

が簡単に破断するようなことはない。そして、上記のように、第2連結部9cが内筒5の外周面側へ変形可能なので、事故時などにおいても、放射性物質収納容器100の除熱機能を維持することが可能である。

【0033】

また、本実施形態では、伝熱部材本体部9bと伝熱部材本体部9bから延在する第2連結部9cとのなす角度は、伝熱部材組付け工程の前よりも伝熱部材組付け工程の後のほうが小さくされる。したがって、事故時などにおいても、内筒5と外筒6との間での板状伝熱部材9の拘束力が弱まったとしても、第2連結部9cは、その弾性力にて内筒5の外周面側へ変形し、板状伝熱部材9と内筒5との接触状態が失われることは抑制される。

【0034】

上記の実施形態は次のように変更可能である。

【0035】

上記実施形態では、板状伝熱部材9の製作時、伝熱部材本体部9bと第1連結部9aとのなす角度が略90°（例えば89°）とされ、伝熱部材本体部9bと第2連結部9cとのなす角度が例えば94°（94°以上）とされ、その後の伝熱部材組付け工程により、角度が例えば93°（90°に近い角度）とされている。これに代えて、第2連結部9cを曲げ変形させつつ内筒5の外周面に接触させることを伝熱部材組付け工程における条件として、上記角度および角度は、板状伝熱部材9の製作時（伝熱部材組付け工程の前）においても伝熱部材組付け工程の後においても、鋭角とされてもよい。言い換えれば、伝熱部材組付け工程の前の角度が、伝熱部材組付け工程の後の角度よりも大きいことを条件として、角度および角度は鋭角とされてもよい。

【0036】

上記実施形態では、板状伝熱部材9の第1連結部9aは、外筒6の内周面に溶接により固定されている。これに代えて、板状伝熱部材9の第1連結部9aは、ボルトなどにより外筒6の内周面に固定されてもよい。

【0037】

上記実施形態では、ブロック状の側部中性子遮蔽体10（中性子遮蔽体）として、所定の形状、寸法にプレ成型加工されたものを例示した。これに代えて、板状伝熱部材9の第1連結部9aが外筒6の内周面に固定されるとともに、板ばねを圧縮するように第2連結部9cが内筒5の外周面に接触されてなる、内筒5と外筒6との間の2つの板状伝熱部材9で区画された空間に、ゲル状エポキシ樹脂などの材料を流し込んで固める鑄込みにより、ブロック状の側部中性子遮蔽体10（中性子遮蔽体）が成形されてもよい。

【0038】

上記実施形態では、板状伝熱部材9は、外筒6側に配置される端部に、曲げ加工されてなる第1連結部9aを有する。これに対して、板状伝熱部材9は、外筒6側に配置される端部が曲げ加工されていなくてもよい。すなわち、板状伝熱部材9を構成する伝熱部材本体部9bの端部が、外筒6の内周面に溶接などの方法で直接固定されてもよい。本実施形態のように、曲げ加工されてなる第1連結部9aを伝熱部材が有する場合、板状伝熱部材9は略L字断面形状となる。これに対して、外筒6側に配置される端部が曲げ加工されていない場合、板状伝熱部材9はL字断面形状となる。

【0039】

その他に、当業者が想定できる範囲で種々の変更を行うことは勿論可能である。

【符号の説明】

【0040】

5：内筒

6：外筒

9：板状伝熱部材

9a：第1連結部（板状伝熱部材の一端部）

9b：伝熱部材本体部

9c：第2連結部（板状伝熱部材の他端部）

10

20

30

40

50

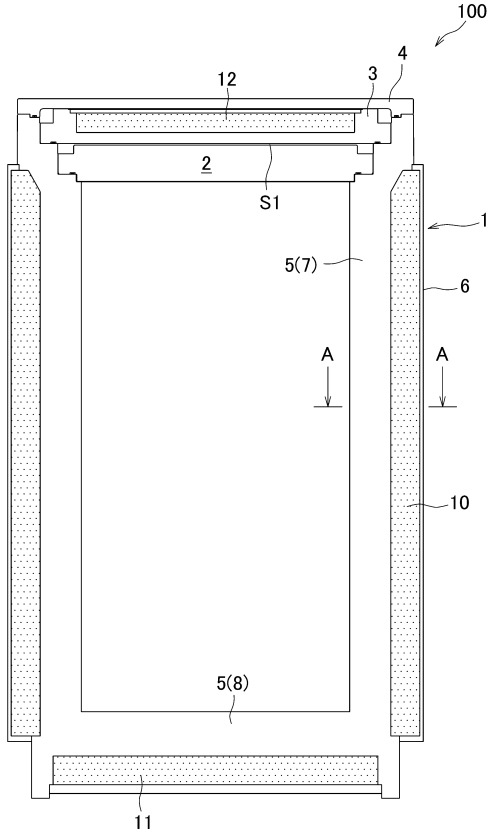
10 : 側部中性子遮蔽体 ( 中性子遮蔽体 )

100 : 放射性物質収納容器

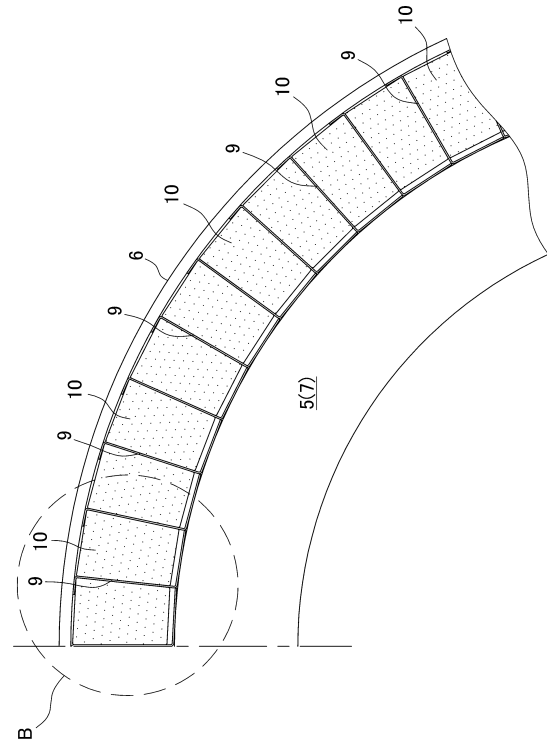
: 伝熱部材本体部と第2連結部 ( 板状伝熱部材の他端部 ) とのなす角度

【 図面 】

【 図 1 】



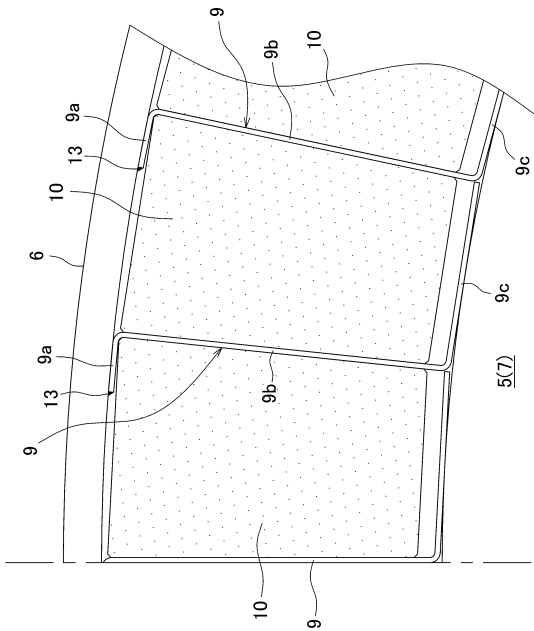
【 図 2 】



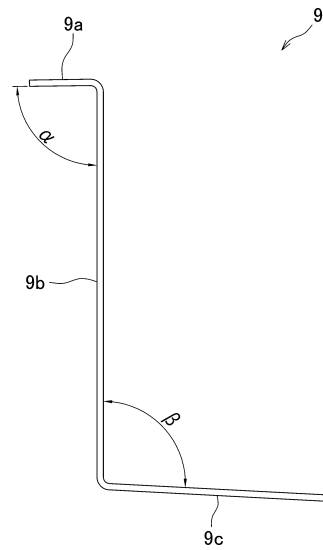
10

20

【 図 3 】



【 図 4 】



30

40

50

---

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I

G 2 1 F

9/36

5 0 1 J

審査官 後藤 慎平

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

特開平 0 6 - 1 7 4 8 9 6 ( J P , A )

(58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)

G 2 1 F 1 / 0 0 - 7 / 0 6

G 2 1 F 9 / 3 6