

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第5部門第2区分

【発行日】令和6年11月21日(2024.11.21)

【公開番号】特開2022-133232(P2022-133232A)

【公開日】令和4年9月13日(2022.9.13)

【年通号数】公開公報(特許)2022-169

【出願番号】特願2021-202423(P2021-202423)

【国際特許分類】

F 17 C 3/04 (2006.01)

10

B 65 D 88/06 (2006.01)

【F I】

F 17 C 3/04 Z

B 65 D 88/06 B

【手続補正書】

【提出日】令和6年11月13日(2024.11.13)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

20

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

底板、側板及び屋根板を有する内槽と、底板、側板及び屋根板を有する外槽と、前記外槽の底板と前記内槽の底板との間に設けられる底部断熱支持構造とを備え、前記内槽と前記外槽との間の空間に大気圧のヘリウムガスを充填している二重殻平底円筒形液体水素タンクであって、

前記底部断熱支持構造は、

周囲を囲む側壁と、前記側壁の上端に固定される上蓋と、前記側壁の下端に固定される下蓋とからなる箱体を前記外槽の底板上に左右方向および前後方向に複数個並べて配置した下部箱体列と、

前記下部箱体列の上に置かれた下部支え板と、

周囲を囲む側壁と、前記側壁の上端に固定される上蓋と、前記側壁の下端に固定される下蓋とからなる箱体を前記下部支え板上に左右方向および前後方向に複数個並べて配置した上部箱体列と、

前記上部箱体列の上に置かれ、前記内槽を下から支える上部支え板と、

前記下部箱体列および前記上部箱体列を構成する各箱体の中に収容され、周囲を囲む側壁と、前記側壁の上端に固定される上板と、前記側壁の下端に固定される下板とからなり、内部空間が真空状態とされている真空容器とを備え、

前記各箱体およびその中に収容されている各真空容器は、鉛直方向に延びる中心軸線が一致するようになっており、

前記下部箱体列の各箱体の前記中心軸線と、前記上部箱体列の各箱体の前記中心軸線とは、水平方向に見て左右方向および前後方向にずれた位置関係となっている、二重殻平底円筒形液体水素タンク。

【請求項2】

前記各真空容器は、水平面で切断した横断面形状が円形である、請求項1に記載の二重殻平底円筒形液体水素タンク。

【請求項3】

前記下部箱体列および前記上部箱体列を構成する各箱体は、水平面で切断した横断面形

50

状が正方形である、請求項 1 または 2 に記載の二重殻平底円筒形液体水素タンク。

**【請求項 4】**

前記下部箱体列の各箱体の前記中心軸線と、前記上部箱体列の各箱体の前記中心軸線とは、前記箱体の正方形の辺の長さの 1 / 2 の長さだけ水平方向に見て左右方向および前後方向にずれた位置関係となっている、請求項 3 に記載の二重殻平底円筒形液体水素タンク。

**【請求項 5】**

前記各箱体とその中に収容されている各真空容器との間に、断熱材が配置されている、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の二重殻平底円筒形液体水素タンク。

**【請求項 6】**

前記真空容器はステンレス鋼板からなる、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の二重殻平底円筒形液体水素タンク。

**【請求項 7】**

前記各箱体は、ガラス纖維強化プラスチックからなる、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の二重殻平底円筒形液体水素タンク。

**【請求項 8】**

前記底部断熱支持構造は、前記外槽の底板上に設けられ、前記下部箱体列の外縁部に接してこの下部箱体列を取り囲む堰体をさらに備える、請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の二重殻平底円筒形液体水素タンク。

**【請求項 9】**

底板、側板及び屋根板を有し、内部に液体水素を貯留する内槽と、底板、側板及び屋根板を有する外槽と、前記外槽と前記内槽との間に設けられる断熱構造とを備え、前記内槽と前記外槽との間の空間に大気圧のヘリウムガスを充填している二重殻液体水素タンクであって、

前記断熱構造は、

周囲を囲む箱体側壁と、前記箱体側壁の一方端に固定される一方側端壁と、前記箱体側壁の他方端に固定される他方側端壁とからなる箱体を、前記一方側端壁が前記内槽の外面に對面する姿勢で、前記内槽の外面上に X 方向および Y 方向に複数個並べて配置した第 1 箱体列と、

周囲を囲む箱体側壁と、前記箱体側壁の一方端に固定される一方側端壁と、前記箱体側壁の他方端に固定される他方側端壁とからなる箱体を、前記一方側端壁が前記第 1 箱体列の箱体の他方側端壁に對面する姿勢で、前記第 1 箱体列の上に X 方向および Y 方向に複数個並べて配置した第 2 箱体列と、

前記第 1 箱体列および前記第 2 箱体列を構成する各箱体の中に収容され、前記各箱体の箱体側壁の内面に對面した姿勢で周囲を囲む容器側壁と、前記容器側壁の一方端に固定される一方側容器蓋と、前記容器側壁の他方端に固定される他方側容器蓋とからなり、内部空間が真空状態とされている真空容器とを備え、

前記各箱体およびその中に収容されている各真空容器は、鉛直方向または水平方向に延びる中心軸線が一致するようにされており、

前記第 1 箱体列の各箱体の前記中心軸線と、前記第 2 箱体列の各箱体の前記中心軸線とは、X 方向および Y 方向にずれた位置関係となっている、二重殻液体水素タンク。

**【請求項 10】**

前記断熱構造は、

前記外槽の底板と前記内槽の底板との間に設けられる底部断熱支持構造と、

前記外槽の側板と前記内槽の側板との間に設けられる側部断熱構造と、

前記外槽の屋根板と前記内槽の屋根板との間に設けられる屋根部断熱構造とを備える、請求項 9 に記載の二重殻液体水素タンク。

**【請求項 11】**

前記内槽は角柱形状をしている、請求項 9 または 10 に記載の二重殻液体水素タンク。

**【請求項 12】**

10

20

30

40

50

前記外槽は角柱形状をしている、請求項 9 ~ 11 のいずれかに記載の二重殻液体水素タンク。

**【請求項 13】**

前記外槽および前記内槽は円筒形状をしており、

前記内槽の円筒形側板上に配置される前記第1箱体列および前記第2箱体列の各箱体の一方側端壁および他方側端壁の外表面は、前記内槽の中心軸線を中心とする円周線上に沿う湾曲形状を有している、請求項 9 または 10 に記載の二重殻液体水素タンク。

**【請求項 14】**

X 方向および Y 方向に隣接する前記箱体間に隙間を形成するためのスペーサを備える、請求項 9 ~ 13 のいずれかに記載の二重殻液体水素タンク。 10

**【請求項 15】**

前記スペーサは、前記各箱体の箱体側壁の外面のうち、前記内槽側に近い側の端部領域に固定されている、請求項 14 に記載の二重殻液体水素タンク。

**【手続補正 2】**

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正の内容】

**【0039】**

液体水素タンクの真空断熱法として、a) タンクの内外槽間の大空間を高度な真空中にする大空間真空断熱法、および b) 内槽に多数の真空パネルを取り付ける真空パネル法がある。大空間真空断熱法の場合、大空間を高度な真空中（例えば、0.01 Pa ~ 0.0001 Pa）にし、これを長期間維持することは容易ではない。また、内外槽間の空間を真空中にするため外槽の外圧座屈の問題がある。真空パネル法の場合、真空パネルはポリウレタンフォームコアを板厚 0.3 mm 程度の薄いステンレス板で包皮し、包皮端部を精密溶接したものである。このための製作コストが高く、また薄い包皮は損傷し易いので、建設現場でのハンドリングやタンクへの取付が厄介なものとなる。後述するように、タンク用の真空パネルが試作されているが、熱伝導率が高すぎ、パネル厚さも 300 mm 以下である。

**【手続補正 3】**

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0053

【補正方法】変更

【補正の内容】

**【0053】**

好ましい実施形態では、各真空容器は、水平面で切断した横断面形状が円形である。ここで、「円形」とは、真円形や橜円形に限らず、角形の角部を丸めた形状のものも包含する。また、一つの実施形態では、下部箱体列および上部箱体列を構成する各箱体は、水平面で切断した横断面形状が正方形である。他の実施形態では、各箱体は、水平面で切断した横断面形状が円形である。 40

**【手続補正 4】**

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0055

【補正方法】変更

【補正の内容】

**【0055】**

好ましくは、各箱体とその中に収容されている各真空容器との間に、断熱材が配置されている。真空容器は、例えばステンレス鋼板やインバー等からなる。各箱体は、例えばガラス繊維強化プラスチックや木材等からなる。

**【手続補正 5】**

10

20

30

40

50

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0057

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0057】

本発明の他の局面において、二重殻液体水素タンクは、底板、側板及び屋根板を有し、内部に液体水素を貯蔵する内槽と、底板、側板及び屋根板を有する外槽と、外槽と内槽との間に設けられる断熱構造とを備える。内槽と外槽との間の空間には大気圧のヘリウムガスが充填されている。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0069

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0069】

【図1】本発明の一実施形態に係る二重殻平底円筒形液体水素タンクを示す図解図である。

【図2】底部断熱支持構造の一部を拡大して示す図解図である。

【図3】外槽の底板上に載置された下部箱体列の配置状態を示す図解的平面図である。

【図4】真空容器を収容している箱体を示す図であり、(a)は水平面で切断した横断面図を示し、(b)は鉛直面で切断した縦断面図を示している。

【図5】下部箱体列と上部箱体列との位置関係を示す図解的平面図である。

【図6】比較例としての高さ1200mmの箱体を示す図であり、(a)は斜視図、(b)は水平面で切断した端面を示している。

【図7】高さ600mmの箱体を上下に積み重ね、さらに上下の箱体を前後左右方向にずらした位置関係にした構造を示す図であり、(a)は斜視図、(b)は下段の箱体と上段の箱体との重なりを図解的に示した図である。

【図8】本発明の一実施形態に係る底部断熱支持構造の一部を示す図解的平面図である。

【図9】本発明の他の実施形態に係る底部断熱支持構造の一部を示す図解的平面図である。

【図10】真空容器を収容した箱体の他の例を示す図であり、(a)は水平面で切断した横断面図、(b)は鉛直面で切断した図解的縦断面図である。

【図11】本発明のさらに他の実施形態に係る角形液体水素タンクを示す図解図である。

【図12】他の実施形態の側部断熱構造を示す図解図である。

【図13】他の実施形態の箱体を示す斜視図である。

【図14】他の実施形態の側部断熱構造および屋根部断熱構造を示す図解図である。

【図15】他の実施形態の側部断熱構造の角部を示す図解図である。

【図16】他の実施形態の屋根部断熱構造の図解的平面図である。

【図17】他の実施形態の側部断熱構造および底部断熱支持構造を示す図解図である。

【図18】本発明のさらに他の実施形態に係る二重殻円筒形液体水素タンクを示す図解図である。

【図19】他の実施形態の箱体を示す図である。

【図20】従来の二重殻円筒形LNGタンクを示す図解図である。

【図21】従来の真空断熱方式の二重殻円筒形タンクの断熱床構造を示す図解図である。

【図22】従来の真空断熱方式の二重殻円筒形タンクの支持台の構造を示す図解図である。

【図23】図22に示した支持台の図解的平面図である。

【図24】特開平7-215394号公報に記載された断熱保冷構造体を示す図である。

【図25】特開平7-232695号公報に記載された液体水素タンカーを示す図である。

。

10

20

30

40

50

**【手続補正 7】****【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0 0 7 9**【補正方法】**変更**【補正の内容】****【0 0 7 9】**

図4に示すように、各箱体41は、周囲を囲む側壁41aと、この側壁41aの上端に例えばネジや嵌合を介して固定された上蓋41bと、側壁41aの下端に例えばネジや嵌合を介して固定された下蓋41cとからなり、その材質は、好ましくはガラス繊維強化プラスチックである。ガラス繊維強化プラスチック(GFRP)の強度は400MPa程度と高く、その熱伝導率は例えば0.4(W/m·K)程度であり、ステンレス鋼の熱伝導率の1/40程度である。

10

**【手続補正 8】****【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0 0 8 7**【補正方法】**変更**【補正の内容】****【0 0 8 7】****[真空容器の説明]**

図4を参照して、底部断熱支持構造30は、下部箱体列40および上部箱体列60を構成する各箱体41の中に収容された真空容器61を備える。真空容器61は、好ましくはステンレス鋼板やインバーから作られ、周囲を囲む側壁61aと、この側壁61aの上端に溶接固定された上板61bと、側壁61aの下端に溶接固定された下板61cとからなる円筒状体である。各真空容器61は、水平面で切断した横断面形状が円形となる。

20

**【手続補正 9】****【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0 0 9 1**【補正方法】**変更**【補正の内容】****【0 0 9 1】**

各箱体41およびその中に収容される各真空容器61は、鉛直方向に延びる中心軸線CLが一致するようにされている。好ましくは、各箱体41とその中に収容される各真空容器61との間には、断熱材が配置される。具体的には、上蓋41bと上板61bとの間、および下蓋41cと下板61cとの間には厚さ100mmのポリウレタンフォーム42, 43が配置され、箱体41の側壁41aと真空容器61の側壁61aとの間には粒状パライド44またはポリウレタンフォームが配置される。

30

**【手続補正 10】****【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0 1 0 9**【補正方法】**変更**【補正の内容】****【0 1 0 9】**

図7(a)に示す箱体は、図6(a)に示す箱体の高さを半分にしたもの2段に積み重ねたものであり、上段の箱体の鉛直中心軸線が、下段の箱体の鉛直中心軸線に対して、断面正方形の一辺の長さの半分の500mmだけ左右方向および前後方向にずれて位置している。

40

**【手続補正 11】****【補正対象書類名】**明細書**【補正対象項目名】**0 1 4 8**【補正方法】**変更

50

## 【補正の内容】

## 【0148】

外槽および内槽の底板の溶接は一般に裏当金付片面開先溶接であるが、内槽の底板は上部支え板上をスライドするので、内槽の底板の下面をフラットにする必要がある。液体水素の比重が0.07であり、LNGの比重0.43の1/6程度であるので、底板にかかるヘッド圧は液体水素タンクの高さが25mとしても0.18気圧程度と小さく、また側板・底板T継手にかかるモーメントも小さい。このため、底板の板厚は比較的薄くできる。そこで、底板の溶接は、底板の板厚をなるべく大きくしてルートフェイスが4mm程度のY開先とし、溶接溶込みが底板下面に届かないようにするなどの工夫が必要である。

## 【手続補正12】

10

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0158

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0158】

この実施形態においては、側部断熱構造130および屋根部断熱構造150の箱体41は、既述の第1実施形態の底部断熱支持耕30のGFRPからなる箱体41とは異なり、例えば厚さ1.5mmのステンレス鋼板からなる溶接物品である。

## 【手続補正13】

20

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0159

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0159】

真空容器は、好ましくはステンレス鋼板やインバー等から作られ、図4に示した真空容器61と実質的に同じ構成である。すなわち、真空容器61は、第1箱体列および第2箱体列を構成する各箱体41の中に収容され、各箱体41の箱体側壁41aの内面に対面した姿勢で周囲を囲む容器側壁61aと、容器側壁61aの一方端に固定される一方側容器蓋61bと、容器側壁61aの他方端に固定される他方側容器蓋61cとからなる。真空容器61の内部空間は真空状態とされている。

30

## 【手続補正14】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0167

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0167】

## [隣接する箱体間の隙間]

隣接する箱体41間に隙間 $2t$ を設けるのは、内槽101の側板101b側に位置する一方側端壁の冷却収縮を考慮したためである。隣接する箱体41同士を当接して配置固定した場合を考えてみる。内槽101の側板101b側に位置する一方側端壁は液体水素の温度に冷却されて収縮するが、他方側端壁の冷却温度は一方側端壁よりも高いので冷却収縮量は相対的に小さい。そのため、液体水素の貯蔵時に、隣接する箱体41の他方側端に過大な圧縮力が作用することになる。

40

## 【手続補正15】

## 【補正対象書類名】明細書

## 【補正対象項目名】0170

## 【補正方法】変更

## 【補正の内容】

## 【0170】

スペーサ133の厚み $t$ を1mmとしたのは、以下の計算を根拠とするものである。す

50

なわち、箱体41の一辺の長さを500mm、箱体41の材料であるステンレスの線膨張率を $16 \times 10^{-6}$ 、第1箱体列131の箱体41の一方側端壁41bと他方側端壁41cとの温度差を278( $253 + 25$ )とすると、 $(500\text{ mm}) \times (16 \times 10^{-6}) \times (278) = 2.22\text{ mm}$ となるので、スペーサ133は2.22mmの約半分の1mmの厚みとなるようにした。

#### 【手続補正16】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0177

【補正方法】変更

【補正の内容】

10

#### 【0177】

各箱体41の中心軸線と、各箱体内に収容される真空容器61の中心軸線とは、中心軸線が一致するようにされている。屋根部断熱構造150の場合、上記の中心軸線は鉛直方向に延びている。

#### 【手続補正17】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0178

【補正方法】変更

【補正の内容】

20

#### 【0178】

第1箱体列152の各箱体41の中心軸線と、その上に位置する第2箱体列153の各箱体41の中心軸線とは、X方向およびY方向にずれた位置関係となっている。好ましい実施形態では、各箱体41が立方体形状であり、第1箱体列152の各箱体41の中心軸線と、第2箱体列153の各箱体41の中心軸線とは、箱体の正方形の辺の長さの1/2の長さ+1mmだけX方向およびY方向にずれた位置関係となっている。

#### 【手続補正18】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0183

【補正方法】変更

【補正の内容】

30

#### 【0183】

第1箱体列131上に、第2箱体列132を構成する複数の箱体41がスペーサを介して鉛直方向に並ぶように配置され、隅肉溶接138で第1箱体列131を構成する箱体41の他方側端壁の中央部に固定されている。第2箱体列132を構成する各箱体41は、第1箱体列131を構成する箱体41にぶら下がる形で支持される。この実施形態においては、1個の箱体の重量は、内部の真空容器、断熱材を含めて50Kg以下程度である。

#### 【手続補正19】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0188

【補正方法】変更

【補正の内容】

40

#### 【0188】

##### [側部断熱構造の角部の構造]

図15は、角形の内槽101の側板101bの上に側部断熱構造130を設けた構造を示している。各箱体41内に示す矢印は、各箱体41内に収容された真空容器61の中心軸線の伸びる方向を示している。図15に示すように、角形内槽101の角部に対応する側部断熱構造130の角部では、箱体41間に生じる段差部を埋めるようにポリウレタンフォームブロック155が配置固定されている。

#### 【手続補正20】

【補正対象書類名】明細書

50

【補正対象項目名】0195

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0195】

液体水素が貯蔵されると内槽101は収縮し、内槽101の底板101aは上部支え板52上をタンク内側方向にスライドする。このため、上部支え板52の端部kが内槽101の隅角エッジから距離gの位置になるようにしている。この距離は、底板101aの収縮、底部断熱支持構造110の収縮を考慮して75mm程度とする。底部断熱支持構造110の第1箱体列111の最外部の箱体41BOと、側部断熱構造130の第1箱体列131の最下部の箱体41Bとの間に空間ができるが、この空間はポリウレタンフォームPUFおよびグラスウールGWで埋められる。グラスウールGWは、内槽101の収縮を吸収する。10

【手続補正21】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0197

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0197】

[第5実施形態]

図18は、本発明の第5実施形態を示している。本発明の特徴である第1箱体列と第2箱体列との位置ずらし積み重ねによる断熱構造は、大型の二重殻円筒形液体水素タンクにも適用できる。20

【手続補正22】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0198

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0198】

図18に示す二重殻円筒形液体水素タンク300は、陸上用であり、基礎50上に設けられる。大型の二重殻円筒形液体水素タンクの場合、通常、内槽および外槽の屋根板はドーム状になっているが、第5実施形態に係る円筒形液体水素タンク300の内槽301の屋根板301cはフラットな形状である。その理由は、箱体41の取付を容易にするためである。屋根板301cは、側板301bと、支柱303と、万骨構造を含む屋根骨304とで支持される。30

【手続補正23】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0205

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0205】

10 内槽、11 底板、12 側板、13 屋根板、20 外槽、21 底板、22 側板、23 屋根板、30 底部断熱支持構造、40 下部箱体列、41 箱体、41a 側壁、41b 上蓋、41c 下蓋、42, 43 ポリウレタンフォーム、44 粒状パライド、50 基礎、51 下部支え板、52 上部支え板、53 壁板、54 壁板、60 上部箱体列、61 真空容器、61a 側壁、61b 上板、61c 下板、61d 排気口、62 隙間、100 角形液体水素タンク、101 内槽、101a 底板、101b 側板、101c 屋根板、102 外槽、102a 底板、102b 側板、102c 屋根板、110 底部断熱支持構造、111 第1箱体列、112 第2箱体列、130 側部断熱構造、131 第1箱体列、132 第2箱体列、133 スペーサ、136, 138, 139, 140 隅肉溶接、150 屋根部断熱構造、151 40

10

20

30

40

50

ポリウレタンフォーム層、152 第1箱体列、153 第2箱体列、154, 155  
 ポリウレタンフォームブロック、300 二重殻円筒形液体水素タンク、301c 屋根板、  
 301b 側板、303 支柱、304 屋根骨、541 第1箱体、542 第2箱体、  
 611 第1真空容器、612 第2真空容器。

【手続補正24】

【補正対象書類名】図面

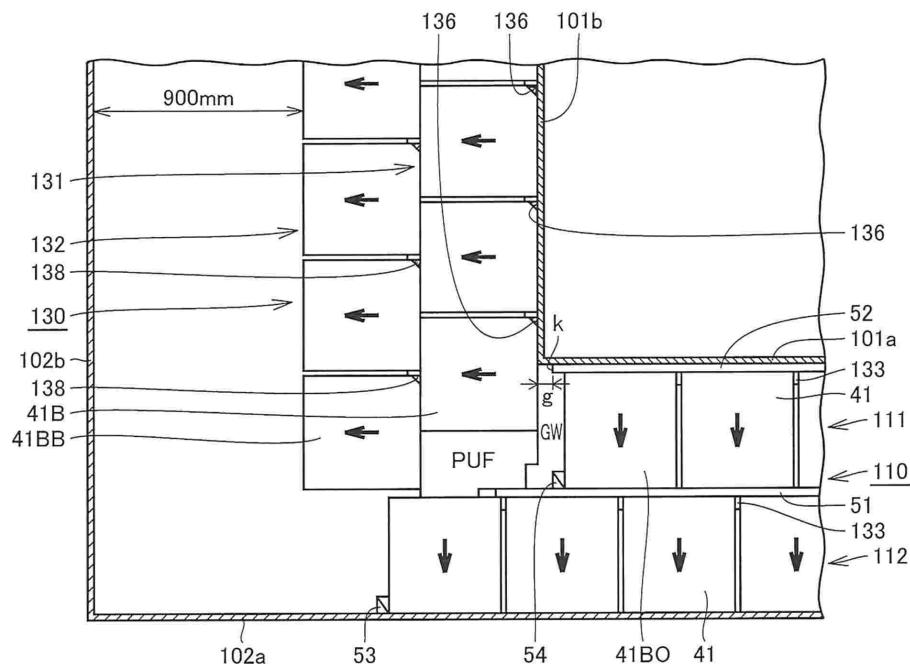
【補正対象項目名】図17

【補正方法】変更

【補正の内容】

【図17】

10



20

30

40

50