(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7345657号
(P7345657)

(45)発行日　令和5年9月15日(2023.9.15)

(24)登録日　令和5年9月7日(2023.9.7)

(51)国際特許分類

Ｆ１７Ｃ　3/04 (2006.01)		Ｆ１７Ｃ	3/04	Ｃ
Ｂ６３Ｂ　25/16 (2006.01)		Ｂ６３Ｂ	25/16	Ｐ

請求項の数　5　（全12頁）

(21)出願番号　特願2022-532229(P2022-532229)
(86)(22)出願日　令和2年6月26日(2020.6.26)
(86)国際出願番号　PCT/JP2020/025367
(87)国際公開番号　WO2021/260947
(87)国際公開日　令和3年12月30日(2021.12.30)
審査請求日　令和4年12月2日(2022.12.2)

(73)特許権者　000000974
川崎重工業株式会社
兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号
(74)代理人　110000556
弁理士法人有古特許事務所
(72)発明者　下田 太一郎
兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号 川崎重工業株式会社内
(72)発明者　冨永 晴彦
兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号 川崎重工業株式会社内
(72)発明者　持田 邦彦
兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号 川崎重工業株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】　二重殻タンク及び船舶

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

貯蔵部が内部に形成された非真球形の中空殻形状の内槽と、

前記内槽を覆う外槽と、

前記内槽の外壁及び前記外槽の内壁によって囲まれた空間に充填されて断熱層を形成する粒状断熱材とを、備え、

空載時の前記内槽と前記外槽との頂部隙間の大きさが、前記内槽と前記外槽との底部隙間の大きさよりも大きく、空載時における前記頂部隙間の前記粒状断熱材の厚さは、前記底部隙間の大きさよりも大きい、

二重殻タンク。

【請求項２】

空載時における前記頂部隙間の大きさは、前記底部隙間の大きさに、前記内槽の収縮変形に伴う前記粒状断熱材の沈降により生じる空隙の体積に相当する体積分の前記外槽の頂部からの高さを加えた値以上である、

請求項１に記載の二重殻タンク。

【請求項３】

前記外槽の中心が前記内槽の中心よりも上方に位置する、

請求項１又は２に記載の二重殻タンク。

【請求項４】

前記外槽及び前記内槽の各々は、下半球殻部、上半球殻部、及び、前記下半球殻部と前

記上半球殻部とを繋ぐ筒形状の胴部からなり、前記外槽の前記胴部の高さは前記内槽の前記胴部の高さよりも大きい、
請求項１又は２に記載の二重殻タンク。
【請求項５】
請求項１～４のいずれか一項に記載の二重殻タンクを搭載した、船舶。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、外槽と内槽とを備える二重殻タンク及びそれを搭載した船舶の構造に関する。
【背景技術】
【０００２】
従来から、低温液体を貯蔵するタンクとして、二重殻タンクが知られている。二重殻タンクは、一般的に、低温液体を収容する内槽と、この内槽を所定の間隔を隔てて外側から覆う外槽と、内槽と外槽との間に形成された断熱層とを備える。断熱層は、例えば、内槽と外槽との間に充填された粒状断熱材で形成され、粒状断熱材としてはパーライトが使用される。
【０００３】
二重殻タンクの建造時に、内槽と外槽とが完成してから、内槽が空の状態で内槽と外槽との間を埋めるように粒状断熱材が充填される。そのため、内槽に低温液体が供給されて内槽が熱収縮すると、内槽と外槽との間隔が広がって、内槽と外槽との間に充填されている粒状断熱材が沈降する可能性がある。粒状断熱材が沈降した場合、二重殻タンクのタンク頂部に粒状断熱材の存在しない空間が生じ、タンク頂部の断熱層の厚さが低減する。なお、ここで「タンク頂部」とは、内槽の外側且つ外槽の内側の空間において、二重殻タンクの頂部に当たる部分をいう。二重殻タンクにおいて断熱層の厚さが不十分な箇所が生じると、その箇所の断熱性が低下する。断熱性の低下により、内槽の冷熱が外槽に伝わり、外槽に霜が付き、外槽の腐食を招くおそれがある。また、断熱性の低下により内槽への入熱量が増加すると、低温液体のボイルオフガス量が増加し、内槽の圧力が過剰となるおそれがある。
【０００４】
そこで、特許文献１の二重殻タンクでは、内槽の半径方向に伸縮可能な伸縮材（グラスウール）で形成された内側の断熱層と、充填材（パーライト）で形成された外側の断熱層との内外二層からなる断熱層を備える。この二重殻タンクでは、内槽の熱収縮によって断熱層に生じる隙間が膨張した伸縮材によって充たされ、充填材の沈降が抑制される。
【先行技術文献】
【特許文献】
【０００５】
【文献】特開２０１３－２３８２８５号公報
【発明の概要】
【発明が解決しようとする課題】
【０００６】
本発明は以上の事情に鑑みてされたものであり、その目的は、特許文献１の二重殻タンクと異なるアアプローチから、内槽の収縮変形に起因して粒状断熱材が沈降した後もタンク頂部に適切な厚さの断熱層を保持することの可能な二重殻タンク及びそれを搭載した船舶を提供することにある。
【課題を解決するための手段】
【０００７】
本発明の一態様に係る二重殻タンクは、
貯蔵部が内部に形成された非真球形の中空殻形状の内槽と、
前記内槽を覆う外槽と、
前記内槽の外壁及び前記外槽の内壁によって囲まれた空間に充填されて断熱層を形成する

粒状断熱材とを、備え、
空載時の前記内槽と前記外槽との頂部隙間の大きさが、前記内槽と前記外槽との底部隙間の大きさよりも大きく、空載時における前記頂部隙間の前記粒状断熱材の厚さは、前記底部隙間の大きさよりも大きいことを特徴としている。
ここで、前記外槽の中心が前記内槽の中心よりも上方に位置していてよい。或いは、前記外槽及び前記内槽の各々は、下半球殻部と、上半球殻部と、前記下半球殻部と前記上半球殻部とを繋ぐ筒形状の胴部とからなり、前記外槽の前記胴部の高さは前記内槽の前記胴部の高さよりも大きくてよい。
【０００８】
上記二重殻タンクにおいて、空載時における前記頂部隙間の大きさは、前記底部隙間の大きさに、前記内槽の収縮変形に伴う前記粒状断熱材の沈降により生じる空隙の体積に相当する体積分の前記外槽の頂部からの高さを加えた値以上であることが望ましい。
【０００９】
また、本発明の一態様に係る船舶は、上記構成の二重殻タンクを搭載している。
【００１０】
上記二重殻タンク及びそれを搭載した船舶では、二重殻タンクの頂部隙間の大きさが底部隙間の大きさよりも大きいことから、空載時においてタンク頂部にタンク底部よりも厚い断熱層を形成し得る。そして、二重殻タンクの空載時における頂部隙間の粒状断熱材の厚さは底部隙間の大きさよりも大きいことから、内槽に低温液体が供給されて内槽が収縮すると、内槽と外槽との隙間が広がって、内槽と外槽との間に充填されている粒状断熱材が沈降するが、粒状断熱材が沈降した状態においても、タンク頂部に十分な厚さの断熱層が保持される。
【発明の効果】
【００１１】
本発明によれば、内槽の収縮変形に起因して粒状断熱材が沈降した後もタンク頂部に適切な厚さの断熱層を保持し得る二重殻タンク及びそれを搭載した船舶を提供することができる。
【図面の簡単な説明】
【００１２】
【図１】図１は、本発明の一実施形態に係る二重殻タンクを搭載した船舶を示す図である。
【図２】図２は、本発明の第１実施形態に係る空の二重殻タンクの空載時の全体的な構成を示す断面図である。
【図３】図３は、図２に示す二重殻タンクの満載時の断面図である。
【図４】図４は、本発明の第２実施形態に係る二重殻タンクの空載時の全体的な構成を示す断面図である。
【図５】図５は、図４に示す二重殻タンクの満載時の断面図である。
【図６】図６は、本発明の第３実施形態に係る二重殻タンクの空載時の全体的な構成を示す断面図である。
【図７】図７は、図６に示す二重殻タンクの満載時の断面図である。
【図８】図８は、本発明の第４実施形態に係る二重殻タンクの空載時の全体的な構成を示す断面図である。
【図９】図９は、本発明の第５実施形態に係る二重殻タンクの空載時の全体的な構成を示す断面図である。
【発明を実施するための形態】
【００１３】
図１は、本発明の一実施形態に係る二重殻タンク１を搭載した船舶５を示す図である。図１に示す船舶５は、例えば、液化ガス運搬船である。二重殻タンク１は、液体水素、液体窒素、液化天然ガス等の低温液体を貯蔵するために利用される。船舶５の船体５１の後側上部には船橋５２が設けられ、後側下部には推進器５３が設けられている。船体５１には、船長方向に並ぶ複数個（本実施形態では３個）の二重殻タンク１が搭載されている。

複数の二重殻タンク１は、船体５１の上甲板から上方へ突出するように配置され、各二重殻タンク１の上部はタンクカバー５４で覆われている。各二重殻タンク１Ａは、図示されないスカート又は支柱によって船体５１に支持される。以下、二重殻タンク１の第１～５実施形態（二重殻タンク１Ａ～１Ｅ）について説明する。

【００１４】

〔第１実施形態〕

次に、図面を参照して本発明の第１実施形態に係る二重殻タンク１Ａを説明する。図２は、本発明の第１実施形態に係る二重殻タンク１Ａの空載時の全体的な構成を示す断面図であり、図３は、図２に示す二重殻タンク１Ａの満載時の状態を示す断面図である。

【００１５】

図２及び図３に示す二重殻タンク１Ａは、内槽２と、内槽２を覆う外槽３と、内槽２と外槽３との間に充填されて断熱層を形成する粒状断熱材４と、内槽２と外槽３との間の空間を真空引きする真空ポンプ６とを備える。

【００１６】

内槽２は、非真球形の中空殻形状を呈し、例えば、多数のＳＵＳ製パネルが溶接されて成る。内槽２の内部には、低温液体７を密閉した状態で貯蔵する貯蔵部２０が形成されている。内槽２は、タンク建造時の常温と低温液体７収容時の低温との温度差による収縮変形及び変形回復を許容し得る。

【００１７】

外槽３は、内槽２よりも一回り大きい非真球形の中空殻形状を呈し、例えば、多数の鋼板が溶接されて成る。内槽２は、内槽２の外壁と外槽３の内壁との間を接続する図示されないロッド等によって、外槽３に支持される。

【００１８】

図２に示す二重殻タンク１Ａでは、内槽２は水平方向へ伸長した中空球殻形状を呈する。内槽２は、水平方向に延びる円筒状の胴部２７と、胴部の両端を閉塞する半球状の側部２８とからなる。内槽２の船長方向と平行な断面は水平方向を長手方向とする長円形（角丸長方形とも称する）を呈し、内槽２の船幅方向と平行な断面は円形を呈する。但し、内槽２の船幅方向と平行な断面が水平方向を長手方向とする長円形を呈し、内槽２の船長方向と平行な断面が円形を呈していてもよい。

【００１９】

外槽３は、内槽２と同様に、水平方向へ伸長した中空球殻形状を呈する。外槽３は、軸心方向を水平方向する略円筒状の胴部３７と、胴部の両端を閉塞する略半球状の側部３８とからなる。外槽３の船長方向と平行な断面は水平方向を長手方向とする略長円形を呈し、外槽３の船幅方向と平行な断面は上下方向を長手方向とする長円形を呈する。但し、外槽３の船幅方向と平行な断面が水平方向を長手方向とする略長円形を呈し、外槽３の船長方向と平行な断面が上下方向を長手方向とする長円形を呈していてもよい。外槽３の胴部３７の直径は内槽２の胴部２７の直径よりも大きい。外槽３の中心３ｃは、内槽２の中心２ｃよりも上方に位置する。

【００２０】

粒状断熱材４は、内槽２の外壁及び外槽３の内壁によって囲まれた空間に圧密状態で充填されている。粒状断熱材４は、例えば、粒状のパーライトである。但し、粒状断熱材４は、パーライト以外の公知の粒状断熱材が採用されてよい。また、内槽２の外壁及び外槽３の内壁によって囲まれた空間に、グラスウールなどの繊維状断熱材が部分的に配置されていてもよい。

【００２１】

内槽２と外槽３との間の空間は、真空ポンプ６によって強制排気され、ほぼ真空状態とされている。このように粒状断熱材４が充填された空間がほぼ真空状態とされることで、断熱効果が更に高められている。但し、内槽２と外槽３との間の空間は、必ずしも真空状態である必要はなく、貯蔵部２０に貯蔵される低温液体７の性状に応じて気体が充填されていてもよい。

【００２２】
外槽３の中心３ｃを通る鉛直線と、内槽２の中心２ｃを通る鉛直線とは、二重殻タンク１Ａのタンク中心線Ｃと一致する。タンク底部において、タンク中心線Ｃ上における外槽３の内壁と内槽２の外壁との隙間を「底部隙間Ｇ１」と称する。また、タンク頂部において、タンク中心線Ｃ上における外槽３の内壁と内槽２の外壁との隙間を「頂部隙間Ｇ２」と称する。なお、この明細書において「タンク頂部」とは、内槽２の外側且つ外槽３の内側の空間において、二重殻タンク１Ａの頂部に当たる部分をいう。また、この明細書において、「タンク底部」とは、内槽２の外側且つ外槽３の内側の空間において、二重殻タンク１Ａの底部に当たる部分をいう。
【００２３】
本実施形態に係る二重殻タンク１Ａでは、底部隙間Ｇ１よりも頂部隙間Ｇ２が大きくなるように、内槽２と外槽３とが配置されている。
【００２４】
内槽２に低温液体７が収容されると内槽２は収縮変形し、これに伴って粒状断熱材４が沈降し、タンク頂部に空隙が生じる。空載時（図２）のタンク頂部の空隙の体積と、満載時（図３）のタンク頂部の空隙の体積との差を空隙体積ΔＶとする。空隙体積ΔＶは、計算やシミュレーションにより求めることができる。なお、空載時とは、内槽２の貯蔵部２０が空の状態（図２）のときのことであり、積み荷が空（又は、空と見做せる液位）であるときや、製造されたときが該当する。また、満載時とは、内槽２の貯蔵部２０に低温液体７が所定の満載液位まで収容された状態（図３）のときのことである。タンク頂部から空隙体積ΔＶに相当する体積分の高さをΔＬとする。高さΔＬは、外槽３の形状等の情報を利用して計算によって求めることができる。空載時の頂部隙間Ｇ２の大きさＬ２は、底部隙間Ｇ１の大きさＬ１に、タンク頂部から空隙体積ΔＶに相当する体積分の高さΔＬを加えた値以上である。空載時の頂部隙間Ｇ２の大きさＬ２と、底部隙間Ｇ１の大きさＬ１と、高さΔＬとの間には、次式１が成立する。
Ｌ２＞Ｌ１＋ΔＬ・・・（式１）
空載時の頂部隙間Ｇ２の大きさＬ２が過剰となると経済的ではないことから、空載時の頂部隙間Ｇ２の大きさＬ２は上記式１を満足するうち小さい値であることが望ましい。
【００２５】
そして、空載時における頂部隙間Ｇ２の粒状断熱材４の厚さは、底部隙間Ｇ１の大きさＬ１よりも大きい。望ましくは、満載時における頂部隙間Ｇ２の粒状断熱材４の厚さが、底部隙間Ｇ１の粒状断熱材４の厚さ以上である。なお、空載時における頂部隙間Ｇ２は、粒状断熱材４で埋められていてもよい。
【００２６】
以上に説明した通り、本実施形態に係る二重殻タンク１Ａは、貯蔵部２０が内部に形成された中空殻形状の内槽２と、内槽２を覆う外槽３と、内槽２の外壁及び外槽３の内壁によって囲まれた空間に充填されて断熱層を形成する断熱材（本実施形態では粒状断熱材４）とを、備える。そして、空載時の内槽２と外槽３との頂部隙間Ｇ２の大きさが、内槽２と外槽３との底部隙間Ｇ１の大きさよりも大きい。
【００２７】
ここで、空載時における頂部隙間Ｇ２の粒状断熱材４の厚さは、底部隙間Ｇ１の大きさＬ１よりも大きいことが望ましい。更に、空載時における頂部隙間Ｇ２の大きさＬ２は、底部隙間Ｇ１の大きさＬ１に、内槽２の収縮変形に伴う粒状断熱材４の沈降により生じる空隙の体積（空隙体積ΔＶ）に相当する体積分の外槽３の頂部からの高さΔＬを加えた値以上であることが望ましい。
【００２８】
上記構成の二重殻タンク１Ａでは、空載時において、タンク頂部にタンク底部よりも厚い断熱層が形成されている（図２、参照）。そして、内槽２に低温液体７が供給されて内槽２が収縮すると、内槽２と外槽３との隙間が広がって、内槽２と外槽３との間に充填されている粒状断熱材４が沈降するが、粒状断熱材４が沈降した状態においても、タンク頂

部に十分な厚さＬ２’の断熱層が保持される（図３、参照）。
【００２９】
このように、本実施形態に係る二重殻タンク１Ａによれば、内槽２の収縮変形に起因して粒状断熱材４が沈降した後もタンク頂部に適切な厚さＬ２’の断熱層を保持することができる。
【００３０】
〔第２実施形態〕
次に、本発明の第２実施形態に係る二重殻タンク１Ｂを説明する。図４は、本発明の第２実施形態に係る二重殻タンク１Ｂの空載時の全体的な構成を示す断面図である。図５は、図４に示す二重殻タンク１Ｂの満載時の断面図である。なお、本実施形態の説明においては、前述の第１実施形態と同一又は類似の部材には図面に同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。
【００３１】
図４及び図５に示すように、本実施形態に係る二重殻タンク１Ｂは、内部に貯蔵部２０が形成された非真球形の内槽２と、内槽２を覆う外槽３と、内槽２の外壁及び外槽３の内壁によって囲まれた空間に充填されて断熱層を形成する粒状断熱材４とを備える。
【００３２】
本実施形態に係る二重殻タンク１Ｂにおいて、内槽２は上下方向へ伸長した中空球殻形状を呈する。内槽２は、下半球殻部２１と、上半球殻部２２と、下半球殻部２１と上半球殻部２２とを繋ぐ筒形状の胴部２３とからなる。下半球殻部２１、上半球殻部２２、及び胴部２３の直径は等しい。
【００３３】
また、二重殻タンク１Ｂにおいて、外槽３は上下方向へ伸長した中空球殻形状を呈する。外槽３は、下半球殻部３１と、上半球殻部３２と、下半球殻部３１と上半球殻部３２とを上下方向に繋ぐ筒形状の胴部３３とからなる。下半球殻部３１、上半球殻部３２、及び胴部３３の直径は等しく、その値は内槽２の直径よりも大きい。そして、外槽３の胴部３３の高さは内槽２の胴部２３の高さよりも大きい。内槽２と外槽３とは、内槽２の下半球殻部２１の中心２１ｃと外槽３の下半球殻部３１の中心３１ｃとが一致するように配置されている。
【００３４】
二重殻タンク１Ｂにおいても、前述の二重殻タンク１Ａと同様に、内槽２と外槽３との頂部隙間Ｇ２の大きさＬ２が、内槽２と外槽３との底部隙間Ｇ１の大きさＬ１よりも大きい。また、空載時における頂部隙間Ｇ２の粒状断熱材４の厚さは、底部隙間Ｇ１の大きさＬ１よりも大きい。
【００３５】
本実施形態に係る二重殻タンク１Ｂでは、外槽３及び内槽２の各々は、下半球殻部３１，２１、上半球殻部３２，２２、及び、下半球殻部３１，２１と上半球殻部３２，２２とを繋ぐ筒形状の胴部３３，２３からなり、外槽３の胴部３３の高さは内槽２の胴部２３の高さよりも大きい。このように二重殻タンク１Ｂでは内槽２が上下方向にストレッチした球殻形状を呈するので、上記第１実施形態に係る二重殻タンク１Ａの作用効果に加えて、内槽２及び外槽３が真球球殻形状である場合と比較して、貯蔵部２０の容積を占有床面積に対して大きくすることができるという作用効果を奏する。
【００３６】
〔第３実施形態〕
次に、本発明の第３実施形態に係る二重殻タンク１Ｃを説明する。図６は、本発明の第３実施形態に係る二重殻タンク１Ｃの空載時の全体的な構成を示す断面図である。図７は、図６に示す二重殻タンク１Ｃの満載時の断面図である。なお、本実施形態の説明においては、前述の第１実施形態と同一又は類似の部材には図面に同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。
【００３７】

図６及び図７に示すように、本実施形態に係る二重殻タンク１Ｃは、内部に貯蔵部２０が形成された非真球形の内槽２と、内槽２を覆う外槽３と、内槽２の外壁及び外槽３の内壁によって囲まれた空間に充填されて断熱層を形成する粒状断熱材４とを備える。

【００３８】

本実施形態に係る二重殻タンク１Ｃにおいて、外槽３及び内槽２の各々は、いずれも直方体状の中空殻形状を有する。つまり、外槽３及び内槽２の各々は、いずれも方形タンクである。そして、外槽３の中心３ｃは、内槽２の中心２ｃよりも上方に位置する。

【００３９】

二重殻タンク１Ｃにおいても、前述の二重殻タンク１Ａと同様に、内槽２と外槽３との頂部隙間Ｇ２の大きさＬ２が、内槽２と外槽３との底部隙間Ｇ１の大きさＬ１よりも大きい。また、空載時における頂部隙間Ｇ２の粒状断熱材４の厚さは、底部隙間Ｇ１の大きさＬ１よりも大きい。

【００４０】

本実施形態に係る二重殻タンク１Ｃでは、上記第１実施形態に係る二重殻タンク１Ａの作用効果に加えて、内槽２及び外槽３が真球球殻形状である場合と比較して、貯蔵部２０の容積を占有床面積に対して大きくすることができるという作用効果を奏する。

【００４１】

〔第４実施形態〕

次に、本発明の第４実施形態に係る二重殻タンク１Ｄを説明する。図８は、本発明の第４実施形態に係る二重殻タンク１Ｄの空載時の全体的な構成を示す断面図である。なお、本実施形態の説明においては、前述の第１実施形態と同一又は類似の部材には図面に同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。

【００４２】

図８に示すように、本実施形態に係る二重殻タンク１Ｄは、内部に貯蔵部２０が形成された非真球形の内槽２と、内槽２を覆う外槽３と、内槽２の外壁及び外槽３の内壁によって囲まれた空間に充填されて断熱層を形成する粒状断熱材４とを備える。

【００４３】

本実施形態に係る二重殻タンク１Ｄにおいて、外槽３及び内槽２の各々は、いずれも平底円筒状の中空殻形状を有する。内槽２は、円形状の平らな底部と、底の周囲から立ち上がる円筒状の胴部と、胴部の上部に接続された半球殻状の頂部とからなる。外槽３は、内槽２と同様に、円形状の平らな底部と、底の周囲から立ち上がる円筒状の胴部と、胴部の上部に接続された半球殻状の頂部とからなる。外槽３の胴部は、内槽２の胴部よりも大径であり且つ高さが高い。そして、外槽３の中心３ｃは、内槽２の中心２ｃよりも上方に位置する。

【００４４】

本実施形態に係る二重殻タンク１Ｄにおいても、前述の二重殻タンク１Ａと同様に、内槽２と外槽３との頂部隙間Ｇ２の大きさＬ２が、内槽２と外槽３との底部隙間Ｇ１の大きさＬ１よりも大きい。また、空載時における頂部隙間Ｇ２の粒状断熱材４の厚さは、底部隙間Ｇ１の大きさＬ１よりも大きい。

【００４５】

本実施形態に係る二重殻タンク１Ｄでは、上記第１実施形態に係る二重殻タンク１Ａの作用効果に加えて、内槽２の底部が平底であることによって、内槽２及び外槽３が真球球殻形状である場合と比較して、貯蔵部２０の容積を占有床面積に対して大きくすることができるという作用効果を奏する。

【００４６】

〔第５実施形態〕

次に、本発明の第５実施形態に係る二重殻タンク１Ｅを説明する。図９は、本発明の第５実施形態に係る二重殻タンク１Ｅの空載時の全体的な構成を示す断面図である。なお、本実施形態の説明においては、前述の第１実施形態と同一又は類似の部材には図面に同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。

【００４７】
図９に示すように、本実施形態に係る二重殻タンク１Ｅは、内部に貯蔵部２０が形成された非真球形の内槽２と、内槽２を覆う外槽３と、内槽２の外壁及び外槽３の内壁によって囲まれた空間に充填されて断熱層を形成する粒状断熱材４とを備える。
【００４８】
本実施形態に係る二重殻タンク１Ｅにおいて、内槽２は、真球体の一部をなす形状である頂部及び底部と、非真球体の一部をなす形状である胴部とを有する。頂部と胴部、底部と胴部とは滑らかにつながっている。頂部の曲率中心は内槽２の中心２ｃより下方にあり、底部の曲率中心は内槽２の中心２ｃよりも上方にある。胴部の赤道部分の直径は、頂部と胴部によってその一部が形成される仮想の真球体の直径と略同一である。胴部と頂部の接続部分、及び、胴部と底部の接続部分は、頂部と胴部によってその一部が形成される仮想の真球体よりも外側へ膨張している。
【００４９】
二重殻タンク１Ｅにおいて、外槽３は、内槽２と同様に、真球体の一部をなす形状である頂部及び底部と、非真球体の一部をなす形状である胴部とを有する。外槽３の頂部及び底部の曲率半径は、内槽２の頂部及び底部の曲率半径よりも大きい。外槽３の胴部の高さは、内槽２の胴部の高さよりも大きい。そして、外槽３の中心３ｃは、内槽２の中心２ｃよりも上方に位置する。
【００５０】
本実施形態に係る二重殻タンク１Ｅにおいても、前述の二重殻タンク１Ａと同様に、内槽２と外槽３との頂部隙間Ｇ２の大きさＬ２が、内槽２と外槽３との底部隙間Ｇ１の大きさＬ１よりも大きい。また、空載時における頂部隙間Ｇ２の粒状断熱材４の厚さは、底部隙間Ｇ１の大きさＬ１よりも大きい。
【００５１】
本実施形態に係る二重殻タンク１Ｅでは、上記第１実施形態に係る二重殻タンク１Ａの作用効果に加えて、真球体よりも部分的に膨張した球殻形状であることによって、貯蔵部２０の容積を占有床面積に対して大きくすることができるという作用効果を奏する。
【００５２】
以上に本発明の好適な実施の形態を説明したが、本発明の要旨を逸脱しない範囲で、上記実施形態の具体的な構造及び／又は機能の詳細を変更したものも本発明に含まれ得る。上記の構成は、例えば、以下のように変更することができる。
【００５３】
例えば、上記実施形態において二重殻タンク１，１Ａ～１Ｅは船体５１に支持されているが、二重殻タンク１，１Ａ～１Ｅは地上に設置されてもよい。二重殻タンク１，１Ａ～１Ｅが船体５１に支持された場合、船体５１の動揺や振動による粒状断熱材４の沈降に対してもタンク頂部に十分な厚さの断熱層が保持される。
【符号の説明】
【００５４】
１，１Ａ，１Ｂ，１Ｃ，１Ｄ，１Ｅ：二重殻タンク
２　：内槽
２ｃ　：内槽の中心
３　：外槽
３ｃ　：外槽の中心
４　：粒状断熱材
５　：船舶
５１　：船体
６　：真空ポンプ
７　：低温液体
２０　：貯蔵部
２１，３１　：下半球殻部

３１ｃ　：下半球殻部の中心
２２，３２　：上半球殻部
２３，３３　：胴部
Ｃ　　：タンク中心線
Ｇ１　：底部隙間
Ｇ２　：頂部隙間

【図面】

【図１】

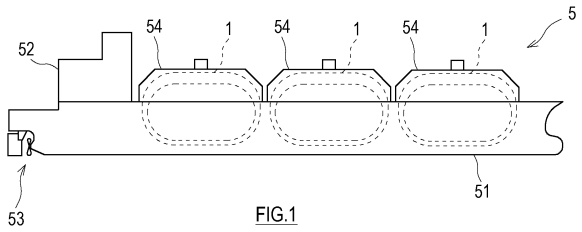


FIG.1

【図２】

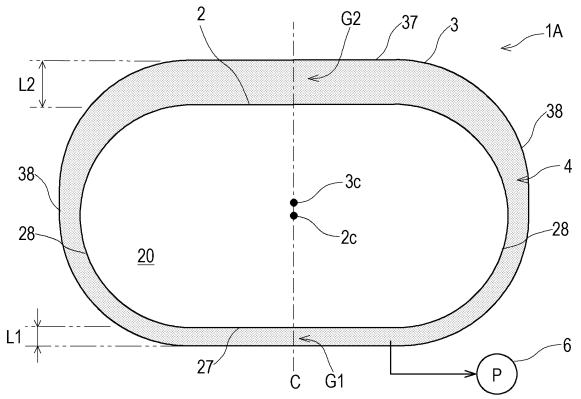


FIG.2

【図３】

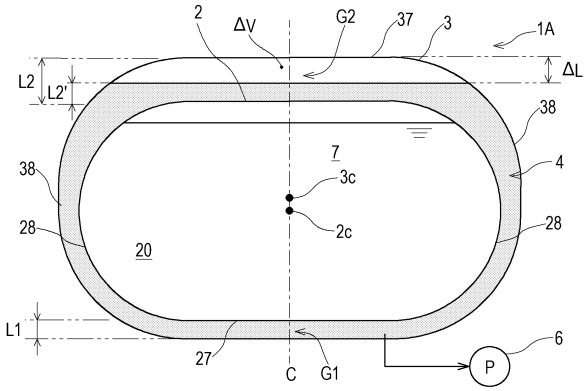


FIG.3

【図４】

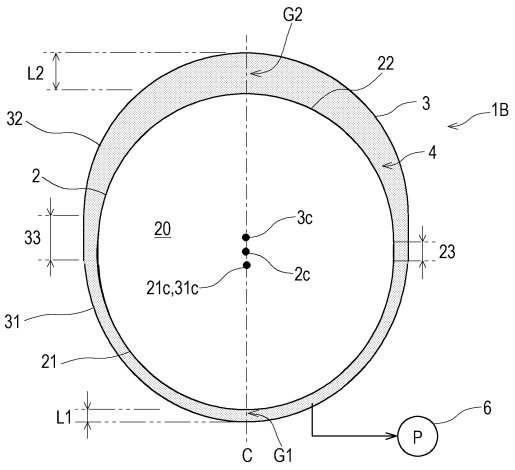


FIG.4

【図５】

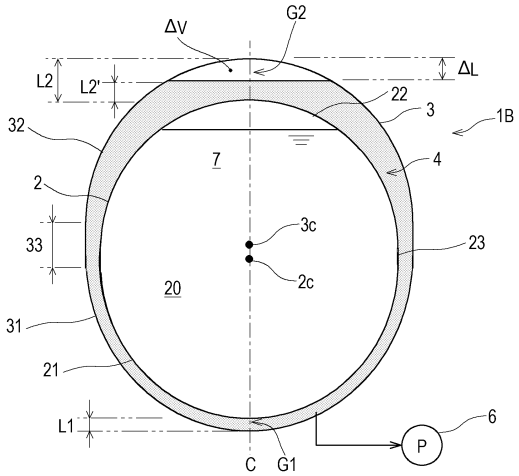


FIG.5

【図６】

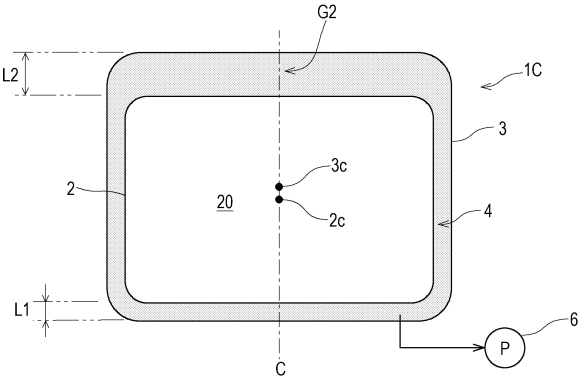


FIG.6

【図７】

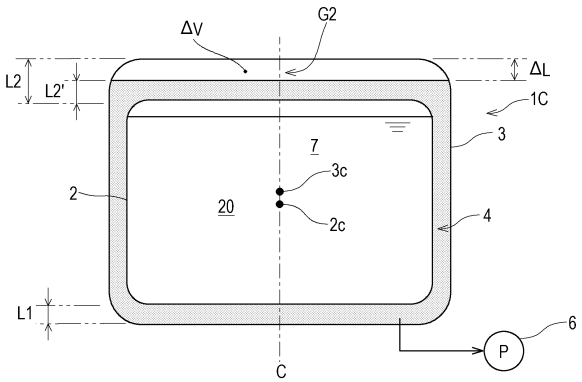


FIG.7

【図８】

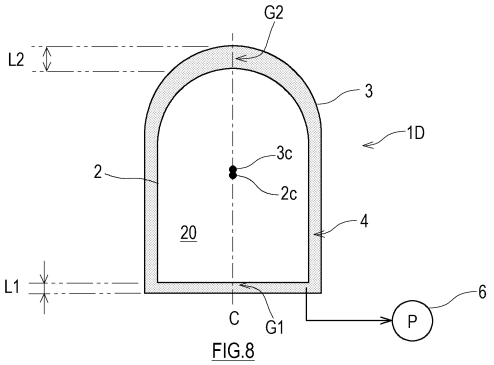


FIG.8

【図９】

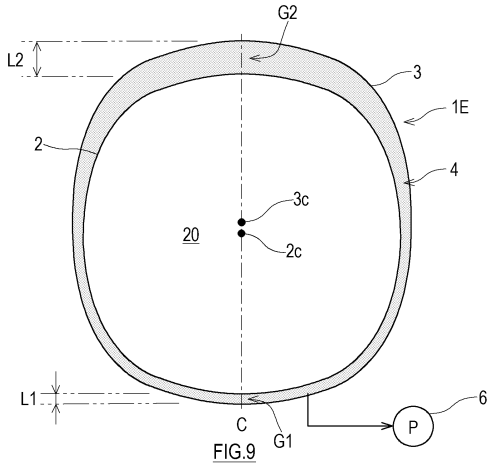


FIG.9

フロントページの続き

(72)発明者　高橋 常夫
兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号 川崎重工業株式会社内
(72)発明者　今井 達也
兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号 川崎重工業株式会社内
(72)発明者　▲高▼田 広崇
兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号 川崎重工業株式会社内
(72)発明者　中土 洋輝
兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号 川崎重工業株式会社内
(72)発明者　高梨 直人
兵庫県神戸市中央区東川崎町３丁目１番１号 川崎重工業株式会社内

審査官　佐藤 正宗
(56)参考文献　特開平７－２４３５９０（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－６６００（ＪＰ，Ａ）
米国特許出願公開第２００３／００２９８７７（ＵＳ，Ａ１）
実開平６－２５１９４（ＪＰ，Ｕ）
特開２０１６－１６８０６（ＪＰ，Ａ）
韓国公開特許第１０－２０１８－００２９１７０（ＫＲ，Ａ）
特開昭６３－２５９２９８（ＪＰ，Ａ）
(58)調査した分野　(Int.Cl.，ＤＢ名)
Ｆ１７Ｃ　３／０４
Ｂ６３Ｂ　２５／１６