

明 細 書

発明の名称： 液化ガスタンク、船舶

技術分野

[0001] 本開示は、液化ガスタンク、船舶に関する。

本願は、2020年2月20日に日本に出願された特願2020-027061号について優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 特許文献1には、液化天然ガス等の液化ガスを運搬する船舶において、液化ガス用カーゴタンクが、液化ガスを貯蔵するタンク本体と、タンク本体の外周面を覆うように設けられた断熱材と、を備えることが開示されている。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：日本国特許第6364694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に記載のカーゴタンクでは、タンク本体の内面に低温高圧の液化ガスが接触するため、高圧の液化ガスの圧力に対する強度、及び低温の液化ガスに対する靱性（低温靱性）の両方を備える必要がある。このようなタンクでは、例えば、タンク容積を増大させるためにタンク径を拡大しようとすると、タンク本体の肉厚を増大させる必要が生じることがある。しかしながら、タンク本体の肉厚を増大させれば、材料コストの増大に繋がる。また、タンク本体の肉厚の増大を抑えつつ、強度を確保しようとするれば、より高強度な材料を用いることになり、やはり材料コストの増大に繋がる。

[0005] 本開示は、上記課題を解決するためになされたものであって、コスト上昇を抑えつつ、タンクの大容量化を図ることができる液化ガスタンク、船舶を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0006] 上記課題を解決するために、本開示に係る液化ガスタンクは、タンク本体と、中間層と、薄膜層と、を備える。前記タンク本体は、内部に収容空間を形成する。前記中間層は、前記タンク本体の内面を覆う。前記中間層は、前記タンク本体よりも熱伝導率の小さい防熱材によって形成される。前記薄膜層は、前記中間層の内面を覆う。前記薄膜層は、内側に液化ガスを液密に収容可能とされている。

[0007] 本開示に係る船舶は、船体と、前記船体に設けられた、上記のような液化ガスタンクと、を備える。

発明の効果

[0008] 本開示の液化ガスタンク、船舶によれば、コスト上昇を抑えつつ、タンクの大容量化を図ることができる。

図面の簡単な説明

[0009] [図1]本開示の実施形態に係る船舶の全体構成を示す平面図である。

[図2]本開示の実施形態に係る船舶に設けられた液化ガスタンクを船首尾方向から見た半断面図である。

[図3]本開示の実施形態に係る液化ガスタンクの薄膜層に形成された変位吸収部を示す断面図である。

[図4]本開示の実施形態の変形例に係る船舶の全体構成を示す平面図である。

発明を実施するための形態

[0010] 図1は、本開示の実施形態における船舶の全体構成を示す平面図である。

図2は、上記船舶に設けられた液化ガスを船首尾方向から見た半断面図である。

図1、図2に示すように、本開示の実施形態の船舶1Aは、液化天然ガス、液化石油ガス、液体二酸化炭素、液体アンモニア等の液化ガスを運搬する。この船舶1Aは、船体2と、液化ガスタンク20Aと、を少なくとも備えている。

[0011] 船体2は、その外殻をなす、一対の舷側3A、3Bと、船底4と、上甲板5と、を有している。舷側3A、3Bは、左右舷側をそれぞれ形成する一対

の舷側外板を備える。船底4は、これら舷側3A、3Bを接続する船底外板を備える。これら一对の舷側3A、3B及び船底4により、船体2の外殻は、船首尾方向Daに直交する断面において、U字状を成している。上甲板5は、外部に露出する全通甲板である。船体2には、船尾2b側の上甲板5上に、居住区を有する上部構造7が形成されている。

[0012] 船体2には、上部構造7よりも船首2a側に、貨物搭載区画（ホールド）8が形成されている。貨物搭載区画8は、上甲板5に対して下方の船底4に向けて凹み、上方に開口している。

[0013] 液化ガスタンク20Aは、貨物搭載区画8内に複数設けられている。これら複数の液化ガスタンク20Aは、船首尾方向Daに並んで配置されている。各液化ガスタンク20Aの上部20aは、船体2の上甲板5よりも上方に突出している。これら複数の液化ガスタンク20Aの上部20aは、上甲板5上に設けられたタンクカバー25によって覆われている。タンクカバー25の内面と、液化ガスタンク20Aの外表面との間には、外部からの入熱を抑える外部断熱材（図示無し）が設けられていてもよい。

[0014] 液化ガスタンク20Aは、スカート30によって支持されている。スカート30は、上下方向Dvに延びる円筒状で、その下端部が、貨物搭載区画8の底部に設けられたファウンデーションデッキ部9上に固定されている。

[0015] 液化ガスタンク20Aは、その内部の収容空間Sに液化ガスを収容する。収容空間Sに収容された状態の液化ガスの温度と圧力とを例示すれば、液化天然ガスの場合は、温度−163℃、圧力4bar、液化石油ガスの場合は、温度−50℃、圧力18bar、液体二酸化炭素の場合は、温度−35℃、圧力19bar、液体アンモニアの場合は、温度−50℃、圧力5barを挙げることができる。

[0016] 図2に示すように、液化ガスタンク20Aは、タンク本体21Aと、中間層22と、薄膜層23と、を備えている。

タンク本体21Aは、液化ガスタンク20Aの外殻を形成する。タンク本体21Aは、内部に収容空間Sを形成する。この実施形態において、タンク

本体 2 1 A は、球形をなしている。タンク本体 2 1 A は、下半部 2 1 a と、上半部 2 1 b と、を備えている。

[0017] 下半部 2 1 a は、タンク本体 2 1 A の下部において、半球状とされている。下半部 2 1 a は、下方から上方に向かって軸線 a を中心とした径寸法が漸次拡大している。下半部 2 1 a は、一定の曲率半径を有した半真球状である。ここで、軸線 a とは、タンク本体 2 1 A、ひいては液化ガスタンク 2 0 A の中心を通り上下方向 D v に延びている仮想線である。

本実施例において、タンク本体 2 1 A は、その軸線 a が、船体 2 の船首尾方向 D a 中心及び船幅方向 D w 中心に位置するように配されている（図 1 参照）。但し、本発明において、船体 2 における液化ガスタンク 2 0 A の配置は本事例に限定しない。

[0018] 上半部 2 1 b は、下半部 2 1 a の上方に設けられている。上半部 2 1 b は、タンク本体 2 1 A の上部において、半球状とされている。上半部 2 1 b は、下方から上方に向かって径寸法が漸次縮小している。この実施形態において、上半部 2 1 b は、一定の曲率半径を有した半真球状であってもよいし、下方から上方に向かって段階的に曲率半径が大きくなるよう形成されていてもよい。

なお、タンク本体 2 1 A は、上記に示した形状に限らない。タンク本体 2 1 A は、上半部 2 1 b と下半部 2 1 a との間に、円筒状部（図示無し）等を備える構成とすることも可能である。

[0019] タンク本体 2 1 A は、例えば、その厚さ T 1 が、1 0 ～ 7 0 m m、好ましくは 4 0 ～ 6 0 m m とされている。タンク本体 2 1 A を形成する材料としては、例えば、炭素マンガ鋼がある。タンク本体 2 1 A を形成する材料としては、他にも、アルミ合金、ステンレス鋼、ニッケル鋼等を用いることができる。

[0020] 中間層 2 2 は、タンク本体 2 1 A 内に設けられている。中間層 2 2 は、タンク本体 2 1 A の内面 2 1 f の全体を覆うように設けられている。中間層 2 2 は、タンク本体 2 1 A よりも熱伝導率の小さい防熱材 2 2 m によって形成

されている。この実施形態における防熱材 22 m は、コンクリートである。この中間層 22 を形成する防熱材 22 m としては、コンクリートの他に、例えば、パーライト、木材、フェノール樹脂等を例示できる。また、中間層は複数の材料を組み合わせで構成してもよい。また、パーライトなどを中間層 22 に使用する場合などは、中間層 22 の形状を保持するために、パーライトなどを木製の箱等に封入してもよい。

[0021] 中間層 22 の厚さ T2 は、例えば、タンク本体 21 A の厚さ T1 よりも大きい。中間層 22 の厚さ T2 の好ましい範囲は、例えば 100～500 mm、好ましくは 150～250 mm である。

[0022] 薄膜層 23 は、中間層 22 の内面 22 f を覆うように、全体として例えば球形の袋状に形成されている。薄膜層 23 は、その内側に、液化ガスを液密に收容可能とされている。薄膜層 23 の厚さ T3 は、タンク本体 21 A の厚さ T1 よりも薄い。

[0023] このような薄膜層 23 を形成する材料としては、例えば、ステンレス鋼が用いられる。薄膜層 23 を形成する材料としては、他にも、インバー材（ニッケル鋼）等が挙げられる。薄膜層 23 を形成する材料は、液化ガスタンク 20 A の收容空間 S 内に收容される液化ガスの種類に応じて選定される。例えば收容空間 S 内に液体アンモニアを收容する場合、薄膜層 23 を形成する材料としては、液体アンモニアと薄膜層 23 との接触によって生じる化学反応が抑えられるよう、ステンレス鋼を用いる。

薄膜層 23 の厚さ T3 は、タンク本体 21 A の厚さ T1 よりも小さい。薄膜層 23 の厚さ T3 は、例えば、0.5 mm～2 mm とするのが好ましく、さらに、0.7～1.2 mm 程度とするのが好ましい。

[0024] 図 3 は、上記液化ガスタンクの薄膜層に形成された変位吸収部を示す断面図である。

図 3 に示すように、薄膜層 23 は、中間層 22 の内面 22 f に対して接合されておらず、熱変形等の際に中間層 22 に対して独立して変位可能とされている。薄膜層 23 は、熱変形を吸収する変形吸収部 27 を備えている。こ

の変形吸収部 27 は、例えば、図 3 に示す断面における薄膜層 23 の周方向 D c の一部に設けられている。変形吸収部 27 は、薄膜層 23 の周方向 D c の一部を液化ガスタンク 20 A の径方向 D r の外側と内側とに交互に蛇腹状に折り曲げて形成されている。変形吸収部 27 は、例えば、液化ガスタンク 20 A の中心 O 1 周りに環状に形成され、液化ガスタンク 20 A 内に液化ガスを収容した場合に薄膜層 23 に生じる熱収縮を吸収する。より詳しくは、薄膜層 23 が周方向 D c に熱収縮すると、蛇腹状の変形吸収部 27 が伸長するように変形する。この変形吸収部 27 が、薄膜層 23 の熱収縮を吸収することにより、薄膜層 23 には過大な熱応力が発生することはない。なお、変形吸収部 27 は、一つの薄膜層 23 の複数箇所に設けてもよい。

[0025] このような液化ガスタンク 20 A には、タンク本体 21 A、中間層 22、及び薄膜層 23 を貫通して形成された開口部（図示無し）が形成されている。この開口部（図示無し）を通して、液化ガスが出し入れされる。

[0026] 上記実施形態の液化ガスタンク 20 A では、液化ガスタンク 20 A が、タンク本体 21 A と、中間層 22 と、薄膜層 23 と、を備えている。タンク本体 21 A は、内部に収容空間 S を形成している。中間層 22 は熱伝導率の小さい防熱材 22 m によって形成される。中間層 22 は、タンク本体 21 A の内面 21 f を覆うと共に、内部に収納空間を形成する。薄膜層 23 は、中間層 22 の内面 22 f を覆い、タンク本体 21 A よりも厚さ T 3 が薄い。薄膜層 23 は、内側に液化ガスを液密に収容可能とされている。

[0027] 上記実施形態の液化ガスタンク 20 A によれば、薄膜層 23 により、その内側に収容する液化ガスに対する液密性を確保することができる。薄膜層 23 の内方に収容された液化ガスによる圧力は、薄膜層 23 を介して、中間層 22 及びタンク本体 21 A によって受け止められる。タンク本体 21 A は、液化ガスによる内圧を受ける液化ガスタンク 20 A の強度部材として機能する。これにより、薄膜層 23 の面外変形を抑えることができる。

[0028] また、低温の液化ガスからタンク本体 21 A へ熱伝達されることを防熱材 22 m によって抑えられ、タンク本体 21 A の温度低下を抑えることができ

る。これにより、タンク本体 2 1 A に対する低温靱性の要求が緩和される。加えて、タンク本体 2 1 A の低温靱性に関する要件が緩和されることから、タンク本体 2 1 A に、より廉価な材料を使用することが可能となる。したがって、タンク本体 2 1 A の厚さを増大させる場合も、低温靱性を備えた材料を使用するよりもコスト増大を抑えることができるため、より安価にタンク本体 2 1 A を大型化することができる。

[0029] また、タンク本体 2 1 A よりも熱伝導率の小さい防熱材 2 2 m により、液化ガスタンク 2 0 A の外部からの熱の侵入を抑え、液化ガスの温度上昇を抑えることもできる。これにより、液化ガスタンク 2 0 A の外部に設置する外部防熱材（図示無し）の量を減らしたり取り止めたりすることができ、製造コストを抑えることが可能となる。

[0030] 上記実施形態の液化ガスタンク 2 0 A の中間層 2 2 は、コンクリートにより形成されている。

このように、中間層 2 2 をコンクリートから形成することで、液化ガスによる圧力が薄膜層 2 3 を介して中間層 2 2 に作用した場合に、その圧力を強固に受け止めることができる。

[0031] 上記実施形態の液化ガスタンク 2 0 A では、薄膜層 2 3 は、熱変形の際に中間層 2 2 に対して独立して変位可能になっている。

そのため、液化ガスによる温度変化に応じて薄膜層 2 3 に熱収縮が生じた場合に、薄膜層 2 3 が中間層 2 2 に拘束されることなく、熱収縮による変位を許容することができる。これにより、熱収縮によって薄膜層 2 3 に応力が生じることを抑えられる。

[0032] 上記実施形態の液化ガスタンク 2 0 A では、薄膜層 2 3 は、熱変形を吸収する変形吸収部 2 7 を備えている。

そのため、液化ガスによる温度変化に応じて薄膜層 2 3 に熱収縮が生じた場合、変形吸収部 2 7 により、薄膜層 2 3 の熱変形を吸収することができる。

[0033] 上記実施形態の液化ガスタンク 2 0 A では、薄膜層 2 3 は、ステンレス鋼

又はインバー材により形成されている。

このように薄膜層 2 3 にステンレス鋼又はインバー材を用いることで、例えば、液化ガスとして、液体アンモニア等を液化ガスタンク 2 0 A 内に収容した場合であっても、液化ガスと薄膜層 2 3 との接触によって化学反応が生じてしまうことを抑えることができる。

[0034] 上記実施形態の船舶 1 A は、船体 2 と、船体 2 に設けられた液化ガスタンク 2 0 A と、を備えている。

この船舶 1 A によれば、液化ガスタンク 2 0 A の大容量化を図ることができるため、液化ガスタンク 2 0 A を搭載する個数を低減することができる。そのため、船舶 1 A のコスト上昇を抑えることが可能となる。

[0035] 上記実施形態では、液化ガスタンク 2 0 A を球形としたが、これに限られるものではない。例えば、図 4 に示す変形例のように、船舶 1 B の液化ガスタンク 2 0 B を、円筒状とすることも可能である。この変形例における液化ガスタンク 2 0 B は、水平方向に延びる円筒状である場合を例示している。この液化ガスタンク 2 0 B は、上記実施形態の液化ガスタンク 2 0 A と同様に、タンク本体 2 1 B と、中間層 2 2 と、薄膜層 2 3 と、を備えている。タンク本体 2 1 B は、筒状部 2 1 d と、二つの半球状部 2 1 e と、を一体に備えている。筒状部 2 1 d は、水平方向に延びて一定の径寸法を有している。筒状部 2 1 d は、タンク本体 2 1 B の軸線方向中間部に形成されている。半球状部 2 1 e は、筒状部 2 1 d の中心軸方向両端に設けられている。各半球状部 2 1 e は、筒状部 2 1 d の中心軸方向の両端に設けられ、筒状部 2 1 d の両端の開口を塞いでいる。

[0036] 以上、本開示の実施形態について図面を参照して詳述したが、具体的な構成はこの実施形態に限られるものではなく、本開示の要旨を逸脱しない範囲の設計変更等も含まれる。

なお、上記実施形態及び変形例では、液化ガスタンク 2 0 A、2 0 B を、船体 2 内に形成された貨物搭載区画 8 内に設ける構成としたが、これに限るものではなく、例えば、液化ガスタンク 2 0 A、2 0 B の全体または一部を

、上甲板5上に設けるようにしてもよいし、上甲板5より下方に設けるようにしてもよい。

[0037] 上記実施形態では液化ガスタンク20A、20Bを船舶1A、1Bに備えるようにしたが、これに限るものではない。例えば液化ガスタンク20A、20Bは、洋上浮体といった船舶以外の場所に設置するようにしてもよい。

[0038] <付記>

各実施形態に記載の液化ガスタンク20A、20B、船舶1A、1Bは、例えば以下のように把握される。

[0039] (1) 第1の態様に係る液化ガスタンク20A、20Bは、内部に収容空間Sを形成するタンク本体21A、21Bと、前記タンク本体21A、21Bの内面21fを覆い、前記タンク本体21A、21Bよりも熱伝導率の小さい防熱材22mによって形成された中間層22と、前記中間層22の内面22fを覆い、前記タンク本体21A、21Bよりも厚さT3が薄く、内側に液化ガスを液密に収容可能とされた薄膜層23と、を備える。

[0040] この液化ガスタンク20A、20Bは、薄膜層23により、その内側に収容する液化ガスに対する液密性を確保する。薄膜層23の内方に収容された液化ガスによる圧力は、薄膜層23を介して、中間層22及びタンク本体21A、21Bによって受け止められる。タンク本体21A、21Bは、金属材料から形成され、薄膜層23よりも大きな厚さT1を有しているので、液化ガスによる内圧を受ける液化ガスタンク20A、20Bの強度部材として機能する。これにより、薄膜層23の面外変形が抑えられる。

また、低温の液化ガスからタンク本体21A、21Bへの熱伝達が防熱材22mによって抑えられ、タンク本体21A、21Bの温度低下が抑えられる。これにより、タンク本体21A、21Bに低温靱性に対する要求が緩和される。加えて、低温靱性に関する要件が緩和されることから、タンク本体21A、21Bの厚さ制限が解除され、タンク本体21A、21Bの厚さT1を増大させることが可能となる。その結果、タンク本体21A、21Bに、より廉価な材料を使用することが可能となる。また、タンク本体21A、

21Bの厚さT1を増大させることで、タンク本体21A、21Bの大型化も可能となる。

また、タンク本体21A、21Bよりも熱伝導率の小さい防熱材22mにより、液化ガスタンク20A、20Bの外部からの熱の侵入を抑え、低温な液化ガスの温度上昇を抑えることもできる。これにより、液化ガスタンク20A、20Bの外部に設置する外部防熱材（図示無し）の量を減らすことができ、製造コストを抑えることが可能となる。

このようにして、コスト上昇を抑えつつ、タンクの大容量化を図ることが可能となる。

[0041] (2) 第2の態様に係る液化ガスタンク20A、20Bは、(1)の液化ガスタンク20A、20Bであって、前記中間層22は、コンクリートからなる。

[0042] これにより、中間層22をコンクリートから形成することで、液化ガスによる圧力が薄膜層23を介して中間層22に作用した場合に、その圧力を強固に受け止めることができる。

[0043] (3) 第3の態様に係る液化ガスタンク20A、20Bは、(1)又は(2)の液化ガスタンク20A、20Bであって、前記薄膜層23は、熱変形の際に前記中間層22に対して独立して変位可能である。

[0044] これにより、液化ガスによる温度変化に応じて薄膜層23に熱収縮が生じた場合、薄膜層23が中間層22に拘束されることなく、熱収縮による変位を許容することができる。これにより、熱収縮によって薄膜層23に応力が生じることが抑えられる。

[0045] (4) 第4の態様に係る液化ガスタンク20A、20Bは、(3)の液化ガスタンク20A、20Bであって、前記薄膜層23は、熱変形を吸収する変形吸収部27を備える。

[0046] これにより、液化ガスによる温度変化に応じて薄膜層23に熱収縮が生じた場合、変形吸収部27により、薄膜層23の熱変形を吸収することができる。

- [0047] (5) 第5の態様に係る液化ガスタンク20A、20Bは、(1)から(4)の何れか一つ液化ガスタンク20A、20Bであって、前記薄膜層23は、ステンレス鋼又はインバー材からなる。
- [0048] これにより、薄膜層23にステンレス鋼又はインバー材を用いれば、例えば、液化ガスとして、液体アンモニア等を液化ガスタンク20A、20B内に収容した場合であっても、液化ガスと薄膜層23との接触によって化学反応が生じてしまうことが抑えられる。
- [0049] (6) 第6の態様に係る船舶1A、1Bは、船体2と、前記船体2に設けられた、(1)から(5)の何れか一つの液化ガスタンク20A、20Bと、を備える。
- [0050] これにより、コスト上昇を抑えつつ、タンクの大容量化を図ることができる液化ガスタンク20A、20Bを備えた船舶1A、1Bを提供することが可能となる。

産業上の利用可能性

- [0051] 本開示の液化ガスタンク、船舶によれば、コスト上昇を抑えつつ、タンクの大容量化を図ることができる。

符号の説明

- [0052] 1A、1B…船舶
2…船体
2a…船首
2b…船尾
3A、3B…舷側
4…船底
5…上甲板
7…上部構造
8…貨物搭載区画
9…ファウンデーションデッキ部
20A、20B…液化ガスタンク

2 0 a …上部
2 1 A、2 1 B …タンク本体
2 1 a …下半部
2 1 b …上半部
2 1 d …筒状部
2 1 e …半球状部
2 1 f …内面
2 2 …中間層
2 2 f …内面
2 2 m …防熱材
2 3 …薄膜層
2 5 …タンクカバー
2 7 …変形吸収部
3 0 …スカート
S …収容空間