

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



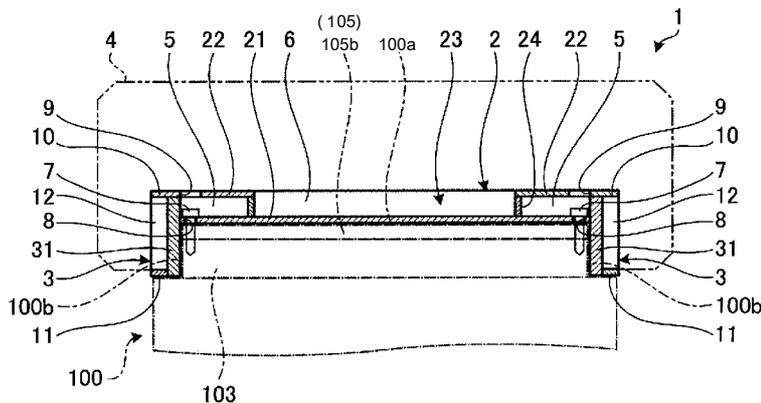
(10) 国際公開番号
WO 2012/002353 A1

(43) 国際公開日
2012年1月5日 (05.01.2012)

- (51) 国際特許分類 : G21C 19/32 (2006.01) G21F 9/36 (2006.01) G21F 5/08 (2006.01)
 - (21) 国際出願番号 : PCT/JP201 1/064736
 - (22) 国際出願日 : 2011年6月28日 (28.06.2011)
 - (25) 国際出願の言語 : 日本語
 - (26) 国際公開の言語 : 日本語
 - (30) 優先権データ : 特願 2010-152487 2010年7月2日 (02.07.2010) JP
 - (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について) : 三菱重工無株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目16番5号 Tokyo (JP).
 - (72) 発明者 ; および
 - (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ) : 齋藤 雄一 (SAITO, Yuichi), 岸本 純一 (KISHIMOTO, Junichi), 木村 延 (KIMURA, Tadashi), 北田 明夫 (KITADA, Aho), 玉置 廣紀 (TAMAKI, Hiroki).
 - (74) 代理人 : 酒井 宏明, 外 (SAKAI, Hiroaki et al.) ; 〒1006020 東京都千代田区霞が関三丁目2番5号 霞が関ビルディング 酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).
 - (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能) : AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.
 - (84) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能) : ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).
- 添付公開書類 :
- 国際調査報告 (条約第21条(3))

- (54) Title: CASK CUSHIONING BODY
- (54) 発明の名称 : キャスク用緩衝体

[図5]



(57) Abstract: A cask cushioning body comprising: an end surface-side member (2) formed by disposing plate bodies (21, 22), which consist of a steel material, with a gap provided between the opposing surfaces thereof, the plate bodies (21, 22) being disposed along an end surface (100a) of a cask (100); and a peripheral surface-side member (3) comprising a tube body (31) consisting of a steel material, the peripheral surface-side member (3) having one end joined to the peripheral edge of the end surface-side member (2) and disposed along the outer peripheral surface (100b) of an end of the cask (100). A shock absorbing body (4) which deforms to absorb a shock is provided outside the end surface-side member (2) and the peripheral surface-side member (3).

(57) 要約 :

[続葉有]



WO 2012/002353 A1

鋼材からなる複数の板体 (2 1, 2 2) が相互に対面する板面間に間隔をおいて形成され、この板体 (2 1, 2 2) の板面がキャスク (1 0 0) の端面 (1 0 0 a) に沿って配置される端面側部材 (2) と、鋼材からなる筒体 (3 1) をなすと共に一端部が端面側部材 (2) の周縁に接合され、キャスク (1 0 0) の端部外周面 (1 0 0 b) に沿って配置される周面側部材 (3) と、を備え、変形することにより衝撃を吸収する衝撃吸収体 (4) が、端面側部材 (2) および周面側部材 (3) の外側に設けられる。

明 細 書

発明の名称 : キャスク用緩衝体

技術分野

[0001] 本発明は、キャスクに取り付ける緩衝体に関する。

背景技術

[0002] 核燃料サイクルの終期にあつて、原子炉にて燃焼させた使用済燃料（放射性物質）は、高放射能物質を含み、その崩壊熱が発生するために熱的に冷却する必要があることから、原子力発電所の冷却ピットで所定期間にわたつて冷却される。その後、使用済燃料は、収容容器であるキャスクに格納され、輸送船、トラックなどの搬送方法により中間貯蔵施設、再処理工場などに搬送して貯蔵または処理される。なお、使用済燃料は、通常、収納容器であるキャスクへ燃料集合体の状態で収納されることから、以下、使用済燃料を使用済燃料集合体という。

[0003] キャスクは、一般的に、一端部が開口し他端部が閉塞された円筒形状をなす胴本体と、この胴本体の外周部に設けられた中性子遮蔽体であるレジンと、このレジンの外周部に設けられた外筒と、胴本体の内部に配置されて使用済燃料集合体を収容するバスケットと、胴本体の一端部に固定される一次蓋および二次蓋とから構成されている。

[0004] 上述したように、キャスクは、使用済燃料集合体が格納されているため、キャスクの遮蔽、未臨界および密封は維持されなければならない。このため、キャスクの搬送中においては、キャスクの両端部をキャスク用緩衝体によつて覆うことにより保護されており、万一キャスクが落下などした場合であっても、キャスクの遮蔽、未臨界および密封が損なわれることがないようにする。

[0005] 従来、キャスク用緩衝体は、例えば特許文献 1 に記載されたものが開示されている。このキャスク用緩衝体は、内部を中空としたハウジングと、ハウジング内部を充填する緩衝材（木材など）とからなり、ハウジング内部に緩

衝材を複数に独立して隔離する金属板からなる隔壁が設けられている。隔壁は、ハウジングの高さ方向に対して水平に設けられている。

先行技術文献

特許文献

[0006] 特許文献1 :特開2005_321304号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0007] 上述した特許文献1に記載のキャスク用緩衝体は、鋼製のハウジングが、緩衝体の外殻をなしており、キャスクに固定した状態で、キャスクの端部に当接すると共に表面に配置されている。しかしながら、キャスクの落下時などによる衝撃により、緩衝体に装荷されている木材などの緩衝吸収体に変形し衝撃を吸収するが、落下条件によってはその衝撃によりハウジングまで変形が生じ、変形により蓋部やキャスク側面部に当接し、局所的な荷重が加わることで衝撃がキャスク側に伝わることとなる。この結果、想定し得る様々なキャスクの落下事象において、キャスク、特に蓋部への荷重を十分低減できない。蓋部は、金属ガスケットなどにより密封性を維持しているが、その金属ガスケットが衝撃により追従変形許容量を超えて変形し、十分な密封性を維持できないおそれがある。

[0008] 本発明は、上述した課題を解決するものであり、想定し得る様々な落下事象に対する衝撃吸収性能を向上することのできるキャスク用緩衝体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

[0009] 上述の目的を達成するために、本発明のキャスク用緩衝体は、使用済燃料を格納するキャスクの両端部に取り付けられ、前記キャスクに対する衝撃を吸収するキャスク用緩衝体において、鋼材からなる複数の板体が相互に対面する板面間に間隔をおいて形成され、前記板体の板面が前記キャスクの端面に沿って配置される端面側部材と、鋼材からなる筒体をなすと共に一端部が

前記端面側部材の周縁に接合され、前記キャスクの端部外周面に沿って配置される周面側部材と、を備え、変形することにより衝撃を吸収する衝撃吸収体が、前記端面側部材および前記周面側部材の外側に設けられることを特徴とする。

[001 0] このキャスク用緩衝体によれば、落下時や衝突時に、外側の衝撃吸収体に変形して衝撃を吸収させつつ、鋼材からなる端面側部材が大きく変形しないことから、大きな変形により端面側部材が蓋部へ当接することはなく、キャスクの密封性が維持できなくなるような衝撃荷重がキャスクに伝達されないため、キャスクの端面への局所的な荷重を低減することができる。しかも、蓋部側においては、蓋部のズレを防ぎ、蓋部と胴本体との間に配置した金属ガスケットによる密封を維持することができる。さらに、落下時や衝突時に、外側の衝撃吸収体に変形して衝撃を吸収させつつ、周面側部材が大きく変形しないことから、大きな変形により周面側部材がキャスクの端部外周面へ当接することはなく、キャスクの密封性が維持できなくなるような衝撃荷重がキャスクに伝達されないため、キャスクの端部外周面への局所的な荷重を低減することができる。

[001 1] また、本発明のキャスク用緩衝体では、前記端面側部材は、前記板体間を連結して設けられた複数の端面補強部材を備えることを特徴とする。

[001 2] このキャスク用緩衝体によれば、端面補強部材により、端面側部材をより変形し難くするので、キャスクの端面への荷重を低減することができる。

[001 3] また、本発明のキャスク用緩衝体では、前記端面側部材は、少なくとも1つを除く板体の中央部分に開口部が形成され、前記開口部により開口された他の板体との領域に複数の中央補強部材を備えることを特徴とする。

[0014] このキャスク用緩衝体によれば、衝撃吸収体に棒状部材が貫通した場合、中央補強部材によりキャスクの端面の中央部分への局所的な荷重を低減することができる。

[001 5] また、本発明のキャスク用緩衝体は、前記中央補強部材および当該中央補強部材が設けられた前記板体で囲まれた領域に、前記衝撃吸収体を挿入する

ことを特徴とする。

[001 6] このキャスク用緩衝体によれば、中央補強部材を設けた部分にて衝撃吸収体を保持することで、当該衝撃吸収体が衝撃を吸収する際に、この衝撃吸収体の位置ズレを防止するので、衝撃吸収体の衝撃吸収効果を確実に得ることができる。

[001 7] また、本発明のキャスク用緩衝体では、前記周面側部材は、前記筒体の一端部の全周に渡り前記端面側部材における前記板体の周縁が前記筒体の外側に突出して設けられた突出部と、前記筒体の他端部の全周に渡り外側に突出して設けられた鰐部と、前記突出部と前記鰐部との間を連結すると共に前記筒体の外面に設けられた複数の周面補強部材と、を備えることを特徴とする。

[001 8] このキャスク用緩衝体によれば、周面補強部材により、周面側部材をより変形し難くするので、キャスクの端部外周面への局所的な荷重をさらに低減することができる。

[001 9] また、本発明のキャスク用緩衝体は、前記突出部、前記鰐部および前記周面補強部材で囲まれた領域に前記衝撃吸収体を挿入することを特徴とする。

[0020] このキャスク用緩衝体によれば、突出部、鰐部および周面補強部材により衝撃吸収体を保持することで、当該衝撃吸収体が衝撃を吸収する際に、この衝撃吸収体の位置ズレを防止するので、衝撃吸収体の衝撃吸収効果を確実に得ることができる。

[0021] また、本発明のキャスク用緩衝体は、前記端面側部材において複数の前記板体が対面する部位は、前記キャスクの蓋部を固定するためのボルトを覆うことを特徴とする。

[0022] このキャスク用緩衝体によれば、衝撃吸収体に棒状部材が貫通した場合、キャスクの蓋部を固定するためのボルトへの集中荷重を低減し、ボルトの損傷を防ぐことで蓋の締付け力を維持できるので、蓋部の位置ズレを防止し、蓋部と胴本体との間に配置した金属ガスケットによる密封を維持することができる。

- [0023] また、本発明のキャスク用緩衝体は、前記端面側部材において複数の前記板体が対面する部位は、前記蓋部に設けられた給排気、給排水または圧力監視部を覆うことを特徴とする。
- [0024] このキャスク用緩衝体によれば、衝撃吸収体に棒状部材が貫通した場合、キャスクの蓋部に設けられた給排気、給排水または圧力監視部への集中荷重を低減することで、給排気、給排水または圧力監視部のカバーによる密封を維持することができる。
- [0025] また、本発明のキャスク用緩衝体では、前記端面側部材は、複数の前記板体が対面する間に、変形することにより衝撃を吸収する衝撃吸収材が充填される。
- [0026] このキャスク用緩衝体によれば、衝撃吸収体に棒状部材が貫通した場合、板体が受けた衝撃（特に高周波衝撃）を衝撃吸収材で緩和することができる。
- [0027] また、本発明のキャスク用緩衝体は、前記キャスクを構成する蓋部の外周面と前記周面側部材の内周面との間の寸法を、前記蓋部が固定される前記キャスクの胴本体の外周面と前記周面側部材の内周面との間の寸法よりも大きく形成することを特徴とする。
- [0028] このキャスク用緩衝体によれば、外周側からの衝撃を、周面側部材と共にキャスクの胴本体で受けることで、蓋部側に掛かる衝撃を低減して、周面側部材が蓋部に当接し衝撃が蓋部に伝達されることをより防ぐことができ、蓋部の位置ズレを防止し、蓋部と胴本体との間に配置した金属ガスケットによる密封を維持することができる。
- [0029] また、本発明のキャスク用緩衝体は、前記衝撃吸収体は、木材のブロックが複数組み合わされて形成されており、前記周面側部材の他端部の周りに沿って設けられ、前記キャスクの端面と平行方向の衝撃を吸収する第1材料で構成される第1衝撃吸収体群と、前記周面側部材の一端部の周りおよび前記端面側部材の外周に沿い、かつ前記第1衝撃吸収体群と隣接して設けられ、前記第1材料よりも圧縮強度が低く、前記キャスクの端面と平行方向の衝撃

を吸収する第2材料で構成される第2衝撃吸収体群と、前記端面側部材の外周に沿い、かつ前記第2衝撃吸収体群と隣接して前記衝撃吸収体の出隅部に設けられ、前記第2材料よりも圧縮強度が低く、前記キャスクの端面に直交する方向または斜め方向の衝撃を吸収する第3材料で構成される第3衝撃吸収体群と、前記第2衝撃吸収体群および前記第3衝撃吸収体群の内周に沿い、かつ第2衝撃吸収体群および前記第3衝撃吸収体群と隣接して設けられ、前記キャスクの端面に直交する方向の衝撃を吸収する第3材料で構成される第4衝撃吸収体群と、前記第4衝撃吸収体群の周の内側に設けられ、前記キャスクの端面と平行方向の衝撃を吸収する第3材料で構成される第5衝撃吸収体群と、を備える。

[0030] このキャスク用緩衝体によれば、上述した端面側部材および周面側部材の効果に加え、各衝撃吸収体群により、キャスクの想定する落下事象に対して、落下や衝突の衝撃を適宜吸収することができる。

[0031] また、本発明のキャスク用緩衝体は、前記衝撃吸収体は、前記キャスクへの固定用のボルトを通す取付用穴が設けられ、当該取付用穴は、その奥行き方向に伸縮できることを特徴とする。

[0032] このキャスク用緩衝体によれば、キャスクの垂直落下時あるいは垂直衝突時において、衝撃吸収体が変形を開始するとき、取付用穴の変形による衝撃荷重が急激に増加することを抑制できる。この結果、キャスクの垂直落下時あるいは垂直衝突時において、蓋部を胴本体に固定するボルトに過大な力が作用することを抑制するので、金属ガスケットによる密封を維持できる。

発明の効果

[0033] 本発明によれば、想定し得る様々な落下事象に対する衝撃吸収性能を向上することができる。

図面の簡単な説明

[0034] [図1] 図1は、本発明の実施の形態に係る緩衝体が適用されるキャスクの一部破断斜視図である。

[図2] 図2は、図1に示すキャスクの平面図である。

[図3] 図3は、図1に示すキャスクの底面図である。

[図4] 図4は、本発明の実施の形態に係る緩衝体の平面図である。

[図5] 図5は、本発明の実施の形態に係る緩衝体の側断面図である。

[図6] 図6は、本発明の実施の形態に係る緩衝体の平面側視斜視図である。

[図7] 図7は、本発明の実施の形態に係る緩衝体の底面視斜視図である。

[図8] 図8は、本発明の実施の形態に係る緩衝体の拡大側断面図である。

[図9] 図9は、本発明の実施の形態に係る緩衝体の拡大側断面図である。

[図10] 図10は、本発明の実施の形態に係る緩衝体の側断面図である。

[図11] 図11は、本発明の実施の形態に係る緩衝体の衝撃吸収体の側断面図である。

[図12] 図12は、本発明の実施の形態に係る緩衝体の衝撃吸収体の平断面図である。

[図13] 図13は、本発明の実施の形態に係る緩衝体の衝撃吸収体の他方向の側断面図である。

発明を実施するための形態

[0035] 以下に、本発明に係る実施の形態を図面に基づいて詳細に説明する。なお、この実施の形態によりこの発明が限定されるものではない。また、下記実施の形態における構成要素には、当業者が置換可能かつ容易なもの、あるいは実質的に同一のものが含まれる。

[0036] 図1は、本実施の形態の緩衝体が適用されるキャスクの一部破断斜視図であり、図2は、図1に示すキャスクの平面図であり、図3は、図1に示すキャスクの底面図である。

[0037] 図1～図3に示すように、放射性物質を格納するキャスク100は、略円筒形状に形成されている。キャスク100は、キャビティ101と、バスケット102と、容器本体としての胴本体103と、底部104と、蓋部105と、中性子遮蔽体106とを備える。

[0038] キャビティ101は、キャスク100の内部に形成されている。キャビティ101は、胴本体103と底部104と蓋部105とによって囲まれる空

間である。バスケット102は、キャスク100の内部に設けられる。バスケット102は、使用済燃料としての使用済燃料集合体を収納するセル102aを有する。バスケット102は、例えば、中性子吸収性能をもつ材料の粉末を添加したアルミニウム複合材によって構成される。キャビティ101は、その内面が、バスケット102の外周形状に合わせて形成されている。なお、キャビティ101を単純形状の円筒形として、キャビティ101とバスケット102との間のセル102aとして使えない隙間に伝熱性能に優れたスペーサを配置したものとしてもよい。

[0039] 胴本体103は、略円筒形状に形成されている。胴本体103は、下部（他端部）に底部104が溶接により結合される。また、胴本体103は、上部（一端部）の開口端に蓋部105が設けられる。また、胴本体103は、その外側にトラニオン108が固定されている。トラニオン108は、キャスク100をクレーンなどの揚重設備で吊るための吊具として機能する。胴本体103は、周囲に中性子遮蔽体106が封入されている。中性子遮蔽体106は、水素を多く含有する高分子材料であって中性子遮蔽機能を実現するものである。中性子遮蔽体106は、中性子吸収剤としてほう素またはほう素化合物を含むレジンが代表的である。これにより、胴本体103は、中性子遮蔽機能が高められる。また、底部104は、胴本体103の底面から円柱状に突出して設けられており、その内部に中性子遮蔽体106が封入されて中性子遮蔽機能が高められている。また、底部104は、図3に示すようにその底面に、本実施の形態の緩衝体をキャスク100に取り付けるためのボルト7を螺合するためのボルト穴104cが円周に沿って複数設けられている。

[0040] 蓋部105は、胴本体103の底部104とは反対側の開口端を閉塞する。蓋部105は、一次蓋105aと二次蓋105bとを含んで構成される。一次蓋105aは、ア線を遮蔽する炭素鋼やステンレス鋼を材料として円盤形状に形成される。二次蓋105bは、一次蓋105aを覆ってキャスク100の外側に表れるもので、一次蓋105aと同様に、ア線を遮蔽する炭素

鋼やステンレス鋼を材料として円盤形状に形成される。また、一次蓋 105 a は、内部に中性子遮蔽体 106 が封入されて中性子遮蔽機能が高められてもよい。

[0041] 一次蓋 105 a および二次蓋 105 b は、炭素鋼やステンレス鋼を材料とするボルト 109 a , 109 b により胴本体 103 に取付けられる。このため、一次蓋 105 a および二次蓋 105 b は、ボルト 109 a , 109 b を挿通する挿通穴 105 c が円周に沿って複数形成されている。一方、胴本体 103 は、ボルト 109 a , 109 b を螺合するボルト穴 110 a , 110 b が挿通穴 105 c の数に対応して円周に沿って複数形成されている。そして、キャスク 100 の外側に表れる二次蓋 105 b の挿通穴 105 c の数個（本実施の形態では 12 個）は、本実施の形態の緩衝体 1 をキャスク 100 に取り付けるためのボルト 7 を挿通するために設けられ、ボルト穴 110 b の数個（本実施の形態では 12 個）も、ボルト 7 を螺合するために設けられている。

[0042] 図 2 に示すように、蓋部 105（一次蓋 105 a および二次蓋 105 b）は、複数（本実施の形態では 4 つ）の給排気、給排水または圧力監視部 105 d が設けられている。給排気、給排水または圧力監視部 105 d は、蓋部 105 を胴本体 103 に取り付けた状態で、キャビティ 101 内に、例えばキャビティ 101 内の給排水や、ヘリウムガスを封入し、その圧力を検査するもので、蓋部 105（一次蓋 105 a および二次蓋 105 b）を貫通する穴と、この穴にプラグなどを設置して穴を塞ぐカバーとで構成されている。

[0043] 図には明示しないが、一次蓋 105 a と胴本体 103 との間には金属ガスケットが設けられる。また、図には明示しないが、二次蓋 105 b と胴本体 103 との間、および蓋部 105（一次蓋 105 a および二次蓋 105 b）と、給排気、給排水または圧力監視部 105 d との間にも、金属ガスケットが設けられる。この金属ガスケットは、一次蓋 105 a と胴本体 103 との間の密封性を確保する。また、金属ガスケットは、二次蓋 105 b と胴本体 103 との間の密封性を確保する。また、金属ガスケットは、給排気、給排

水または圧力監視部 105d と胴本体 103 との間の密封性を確保する。

[0044] 図4は、本実施の形態に係る緩衝体の平面図であり、図5は、本実施の形態に係る緩衝体の側断面図であり、図6は、本実施の形態に係る緩衝体の平面側視斜視図であり、図7は、本実施の形態に係る緩衝体の底面視斜視図である。

[0045] 図4～図7に示すように、上述したキャスク100に適用される緩衝体1は、使用済燃料集合体を格納するキャスク100の両端部である蓋部105側および底部104側に取り付けられ、キャスク100に対する衝撃を吸収するもので、端面側部材2と、周面側部材3と、衝撃吸収体4とで構成されている。なお、本実施の形態の緩衝体1は、蓋部105側と底部104側とに取り付けられる構成が同等であるため、蓋部105側に取り付けられる方を説明し、底部104側に取り付けられる方の説明を省略する。

[0046] 端面側部材2は、キャスク100の端面100aに沿って配置されるものである。キャスク100の端面100aとは、蓋部105（二次蓋105b）の上面、および底部104の底面である。端面側部材2は、鋼材からなる複数（本実施の形態では2つ）の板体21, 22を有している。板体21, 22は、二次蓋105bの円形の大きさと同等または若干大きい円形状に形成されている。また、板体21, 22は、相互の板面が間隔をおいて対面して設けられており、板面がキャスク100の端面100aに沿って配置されている。本実施の形態では、板体21がキャスク100の端面100aに対面して配置され、板体22がキャスク100の端面100aから板体21との間の間隔により離隔して配置されている。

[0047] この端面側部材2は、少なくとも1つの板体（本実施の形態では板体21であるが板体22であってもよい）が、キャスク100の端面100a全体を覆う。そして、この少なくとも1つの板体21を除く板体（本実施の形態では板体22であるが板体21であってもよい）の中央部分に円形の開口部23が形成されている。開口部23の縁には、仕切部材24が設けられている。仕切部材24は、鋼材からなり、開口部23の円形に沿って円筒状に形

成され、各板体 2 1 , 2 2 の間に配置されていることで、板体 2 1 , 2 2 が対面する側と、開口部 2 3 側とに板体 2 1 , 2 2 間の領域を仕切る。なお、全ての板体 2 1 , 2 2 に開口部 2 3 を形成しなくてもよい。開口部 2 3 を形成しない場合、仕切部材 2 4 は配置されない。

[0048] また、端面側部材 2 は、板体 2 1 , 2 2 間を連結する複数の端面補強部材 5 が設けられている。端面補強部材 5 は、鋼材からなるリブであって、板体 2 1 , 2 2 の円形状の中心を基に放射方向に延在して設けられている。なお、本実施の形態の緩衝体 1 は、板体 2 2 の中央部分に開口部 2 3 が形成されているため、端面補強部材 5 は、開口部 2 3 を除いた部分であって、仕切部材 2 4 と周面側部材 3 との間で各板体 2 1 , 2 2 の板面が対面する部分に設けられている。一方、全ての板体 2 1 , 2 2 に開口部 2 3 が形成されていない場合、端面補強部材 5 は、板体 2 1 , 2 2 の中央部分を含み、各板体 2 1 , 2 2 の板面が対面する部分に設けられる。

[0049] また、端面側部材 2 は、開口部 2 3 が設けられた場合、当該開口部 2 3 により開口された他の板体との領域に複数の中央補強部材 6 が設けられている。中央補強部材 6 は、鋼材からなるリブであって、仕切部材 2 4 の内側で板体 2 1 , 2 2 の円形状の中心を基に放射方向に延在して設けられている。

[0050] また、端面側部材 2 は、キャスク 1 0 0 の端面 1 0 0 a に最も近い板体 2 1 に、キャスク 1 0 0 のボルト穴 1 1 0 b に螺合するボルト 7 が係止される係止穴 8 が設けられ、その他の板体 2 2 にボルト 7 を挿通する挿通穴 9 が設けられている。すなわち、端面側部材 2 は、板体 2 1 がボルト 7 によりキャスク 1 0 0 に固定されることで、キャスク 1 0 0 に取り付けられる。

[0051] 周面側部材 3 は、キャスク 1 0 0 の端部外周面 1 0 0 b に沿って配置されるものである。キャスク 1 0 0 の端部外周面 1 0 0 b とは、蓋部 1 0 5 (二次蓋 1 0 5 b) の外周面、および底部 1 0 4 の外周面である。周面側部材 3 は、鋼材からなる筒状の筒体 3 1 を有している。筒体 3 1 は、その一端部が端面側部材 2 の周縁に溶接接合されている。具体的に、筒体 3 1 の一端部は、板体 2 2 の板面に接合されているとともに、板体 2 1 の周端に接合されて

いる。これにより、端面側部材 2 がキャスク 100 の端面 100 a に取り付けられた状態で、周面側部材 3 は、キャスク 100 の端部外周面 100 b を覆う。なお、筒体 3 1 は、鋼材からなる他の構成よりも厚さが厚い鋼材が用いられている。

[0052] また、周面側部材 3 は、筒体 3 1 の一端部が板体 2 2 の板面に接合されていることで、筒体 3 1 の一端部の全周に渡り端面側部材 2 における板体 2 2 の周縁が筒体 3 1 の外側に突出する突出部 10 が設けられている。また、周面側部材 3 は、筒体 3 1 の他端部の全周に渡り外側に突出する鋼材からなる鰐部 11 が設けられている。また、周面側部材 3 は、突出部 10 と鰐部 11 との間を連結すると共に筒体 3 1 の外面に複数の周面補強部材 12 が設けられている。周面補強部材 12 は、鋼材からなるリブであって、筒体 3 1 の外周面に板体 2 1 , 2 2 の円形状の中心を基に放射方向に延在して設けられている。

[0053] 衝撃吸収体 4 は、上述した端面側部材 2 の外側、および周面側部材 3 の外側に取り付けられ、緩衝体 1 全体での最も外側に配置されるものである。衝撃吸収体 4 は、キャスク 100 が落下や衝突したときの衝撃を、変形することにより吸収するもので、例えば木材により構成されている。

[0054] 端面側部材 2 に対し、衝撃吸収体 4 は、最も外側の板体 2 2 における外側板面に沿って取り付けられている。また、端面側部材 2 に対し、衝撃吸収体 4 は、最も外側の板体 2 2 に開口部 2 3 が形成されている場合、当該開口部 2 3 内であって、他の板体 2 1 と仕切部材 2 4 と中央補強部材 6 とで形成された領域に挿入されている。

[0055] 周面側部材 3 に対し、衝撃吸収体 4 は、筒体 3 1 の外周面と突出部 10 と鰐部 11 と周面補強部材 12 とで形成された領域に一部が挿入されて取り付けられている。

[0056] さらに、衝撃吸収体 4 は、端面側部材 2 と周面側部材 3 とに取り付けられると共に、端面側部材 2 と周面側部材 3 とがなす出隅部分の外側の角部に取り付けられている。これにより、衝撃吸収体 4 は、端面側部材 2 の外側、お

よび周面側部材 3 の外側に取り付けられると共に、緩衝体 1 全体での最も外側に配置される。そして、緩衝体 1 は、キャスク 100 の両端面の外側に突出すると共に、キャスク 100 の胴本体 103 の周囲に設けられた中性子遮蔽体 106 の外径よりも外側に突出する。

[0057] このように構成された本実施の形態のキャスク用緩衝体は、鋼材からなる複数の板体 21, 22 が相互に対面する板面間に間隔をおいて形成され、この板体 21, 22 の板面がキャスク 100 の端面 100a に沿って配置される端面側部材 2 と、鋼材からなる筒体 31 をなすと共に一端部が端面側部材 2 の周縁に接合され、キャスク 100 の端部外周面 100b に沿って配置される周面側部材 3 と、を備え、変形することにより衝撃を吸収する衝撃吸収体 4 が、端面側部材 2 および周面側部材 3 の外側に設けられている。

[0058] キャスク 100 は、国際原子力機関 (IAEA: International Atomic Energy Agency) の安全基準、放射性物質安全輸送規則 2005 年版において、事故時の輸送条件に耐える能力 (密閉性、遮蔽性、未臨界性の維持) を実証するための落下試験として、高さ 9 m からの落下事象 (落下試験 I) や、直立した直径 15 cm の丸棒上への高さ 1 m からの落下事象 (落下試験 II) が課せられている。落下事象は、例えば (1) 端面 100a (図 1 に示すキャスク 100 の中心軸 R) を垂直方向に向けた垂直落下、(2) 端面 100a (中心軸 R) を水平方向に向けた水平落下、(3) 端面 100a (中心軸 R) を斜めに向けた角部落下、がある。また、近年では、キャスク 100 の蓋部 105 と胴本体 103 との間に金属ガスケットが採用され、胴本体 103 に対する蓋部 105 の位置ズレを抑えることが重要であり、かつ使用済燃料集合体の格納数の増加によるキャスク 100 の重量も増加しており、緩衝体 1 への緩衝性能の要求が高まっている。

[0059] このキャスク用緩衝体によれば、上述した (1) ~ (3) の想定し得るキャスク 100 の様々な落下事象に対し、衝撃吸収性能を向上することが可能になる。具体的には、落下時や衝突時に、外側の衝撃吸収体 4 が変形して衝撃を吸収させつつ、鋼材からなる端面側部材 2 が大きく変形しないことから

、大きな変形により端面側部材 2 が蓋部 105 へ当接することはなく、キヤスク 100 の密封性が維持できなくなるような衝撃荷重がキヤスク 100 に伝達されないので、(1)、(3) の落下事象に対し、キヤスク 100 の端面 100 a への局所的な荷重を低減することが可能になる。さらに、落下時や衝突時に、外側の衝撃吸収体 4 が変形して衝撃を吸収させつつ、周面側部材 3 が大きく変形しないことから、大きな変形により周面側部材 3 がキヤスク 100 の端部外周面 100 b へ当接することはなく、キヤスク 100 の密封性が維持できなくなるような衝撃荷重がキヤスク 100 に伝達されないので、(2) の落下事象に対し、キヤスク 100 の端部外周面 100 b への局所的な荷重を低減することが可能になる。しかも、蓋部 105 側においては、蓋部 105 のズレを防ぎ、蓋部 105 と胴本体 103 との間に配置した金属ガスケットによる密封を維持することが可能になる。この結果、想定し得る様々な落下事象に対する衝撃吸収性能を向上することが可能となる。なお、周面側部材 3 の筒体 31 は、鋼材からなる他の構成よりも厚さが厚い鋼材が用いられている。このため、緩衝体 1 の寸法制限が厳しいキヤスク 100 の端部外周面 100 b 側で外側に大きく突出することなく、適度の剛性を得ることが可能になる。

[0060] また、本実施の形態のキヤスク用緩衝体では、端面側部材 2 は、板体 21、22 間を連結して設けられた複数の端面補強部材 5 を備える。

[0061] このキヤスク用緩衝体によれば、端面補強部材 5 により、端面側部材 2 をより変形し難くするので、キヤスク 100 の端面 100 a への荷重を低減することが可能になる。

[0062] また、本実施の形態のキヤスク用緩衝体では、端面側部材 2 は、少なくとも 1 つを除く板体 22 の中央部分に開口部 23 が形成され、この開口部 23 により開口された他の板体 21 との領域に複数の中央補強部材 6 を備える。

[0063] このキヤスク用緩衝体によれば、衝撃吸収体 4 に棒状部材が貫通した場合、中央補強部材 6 によりキヤスク 100 の端面 100 a の中央部分への局所的な荷重を低減することが可能になる。

- [0064] また、本実施の形態のキャスク用緩衝体は、中央補強部材 6 および中央補強部材 6 が設けられた板体 2 1 で囲まれた領域に、衝撃吸収体 4 を挿入する。
- [0065] このキャスク用緩衝体によれば、中央補強部材 6 を設けた部分にて衝撃吸収体 4 を保持することで、当該衝撃吸収体 4 が衝撃を吸収する際に、この衝撃吸収体 4 の位置ズレを防止するので、衝撃吸収体 4 の衝撃吸収効果を確実に得ることが可能になる。特に、高さ 9 m からの落下事象における、(3) 端面 1 0 0 a を斜めに向けた角部落下に対し、衝撃吸収体 4 の位置ズレを防止して、衝撃吸収体 4 の衝撃吸収効果を確実に得ることが可能になる。
- [0066] また、本実施の形態のキャスク用緩衝体では、周面側部材 3 は、筒体 3 1 の一端部の全周に渡り端面側部材 2 における板体 2 2 の周縁が筒体 3 1 の外側に突出して設けられた突出部 1 0 と、筒体 3 1 の他端部の全周に渡り外側に突出して設けられた鰐部 1 1 と、突出部 1 0 と鰐部 1 1 との間を連結すると共に筒体 3 1 の外面に設けられた複数の周面補強部材 1 2 とを備える。
- [0067] このキャスク用緩衝体によれば、周面補強部材 1 2 により、周面側部材 3 をより変形し難くするので、キャスク 1 0 0 の端部外周面 1 0 0 b への局所的な荷重をさらに低減することが可能になる。
- [0068] また、本実施の形態のキャスク用緩衝体は、突出部 1 0 、鰐部 1 1 および周面補強部材 1 2 で囲まれた領域に衝撃吸収体 4 を挿入する。
- [0069] このキャスク用緩衝体によれば、突出部 1 0 、鰐部 1 1 および周面補強部材 1 2 により衝撃吸収体 4 を保持することで、当該衝撃吸収体 4 が衝撃を吸収する際に、この衝撃吸収体 4 の位置ズレを防止するので、衝撃吸収体 4 の衝撃吸収効果を確実に得ることが可能になる。特に、高さ 9 m からの落下事象における、(3) 端面 1 0 0 a を斜めに向けた角部落下に対し、衝撃吸収体 4 の位置ズレを防止して、衝撃吸収体 4 の衝撃吸収効果を確実に得ることが可能になる。
- [0070] また、本実施の形態のキャスク用緩衝体は、端面側部材 2 において複数の板体 2 1 , 2 2 が対面する部位は、キャスク 1 0 0 の蓋部 1 0 5 (特に、二

次蓋 105b) を固定するためのボルト109bを覆う。

[0071] このキャスク用緩衝体によれば、衝撃吸収体4に棒状部材が貫通した場合、キャスク100の蓋部105(特に、二次蓋105b)を固定するためのボルト109bへの集中荷重を低減し、ボルト109bの損傷を防ぐことで蓋部105の締付け力を維持でき、蓋部105の位置ズレを防止することが可能になる。この結果、蓋部105と胴本体103との間に配置した金属ガasketによる密封を維持することが可能になる。特に、丸棒上への高さ1mからの落下事象における、(1)端面100aを垂直方向に向けた垂直落下に対し、ボルト109bへの過大な荷重を低減することが可能になる。なお、図には明示しないが、ボルト109bを覆う板体21は、ボルト109bと対面する板面に凹みが形成されていることが好ましい。または、ボルト109bは、端面100aよりも凹んで設けられていることが好ましい。これらの凹みにより、ボルト109bに係る衝撃(特に、丸棒上への高さ1mからの落下事象における、(1)端面100aを垂直方向に向けた垂直落下時の衝撃)を低減することが可能になる。

[0072] また、本実施の形態のキャスク用緩衝体は、端面側部材2において複数の板体21, 22が対面する部位は、蓋部105に設けられた給排気、給排水または圧力監視部105dを覆う。

[0073] このキャスク用緩衝体によれば、衝撃吸収体4に棒状部材が貫通した場合、キャスク100の蓋部105に設けられた給排気、給排水または圧力監視部105dへの集中荷重を低減することで、給排気、給排水または圧力監視部105dのカバーによる密封を維持することが可能になる。特に、丸棒上への高さ1mからの落下事象における、(1)端面100aを垂直方向に向けた垂直落下に対し、給排気、給排水または圧力監視部105dへの過大な荷重を低減することが可能になる。なお、図には明示しないが、給排気、給排水または圧力監視部105dを覆う板体21は、給排気、給排水または圧力監視部105dと対面する板面に凹みが形成されていることが好ましい。または、給排気、給排水または圧力監視部105dは、端面100aよりも

凹んで形成されていることが好ましい。これらの凹みにより、給排気、給排水または圧力監視部 105d に係る衝撃（特に、丸棒上への高さ 1m からの落下事象における、（1）端面 100a を垂直方向に向けた垂直落下時の衝撃）を低減することが可能になる。

[0074] また、本実施の形態のキャスク用緩衝体では、端面側部材 2 は、複数の板体 21, 22 が対面する間に、変形することにより衝撃を吸収する衝撃吸収材が充填される。ここで、衝撃吸収材とは、木材、発泡ウレタン、発泡金属などを示す。

[0075] このキャスク用緩衝体によれば、丸棒上への高さ 1m からの落下事象における、（1）端面 100a を垂直方向に向けた垂直落下に対し、衝撃吸収体 4 に棒が貫通した場合、板体 22 が受けた衝撃（特に高周波衝撃）を衝撃吸収材で緩和することが可能になる。

[0076] また、本実施の形態のキャスク用緩衝体は、図 8 および図 9 の本実施の形態に係る緩衝体の拡大側断面図に示すように、キャスク 100 を構成する蓋部 105（本実施の形態では二次蓋 105b）の外周面と、周面側部材 3 の筒体 31 の内周面との間の寸法 A が、蓋部 105 が固定されるキャスク 100 の胴本体 103 の外周面と、周面側部材 3 の筒体 31 の内周面との間の寸法 B よりも大きく形成されている。具体的には、図 8 に示すように、周面側部材 3 の筒体 31 において、二次蓋 105b の外周面に対面する部分に 1mm 程度凹む段差部 31a を設け、当該段差部 31a の厚さを胴本体 103 の外周面に対面する部分よりも薄くする。または、図 9 に示すように、二次蓋 105b の外径を、胴本体 103 の外径よりも 1mm 程度小さくする。

[0077] このキャスク用緩衝体によれば、外周側からの衝撃（特に、（2）端面 100a を水平方向に向けた水平落下時の衝撃）を、周面側部材 3 と共にキャスク 100 の胴本体 103 で受けることで、蓋部 105（二次蓋 105b）側に掛かる衝撃を低減し、周面側部材 3 が蓋部 105（二次蓋 105b）に当接し衝撃が蓋部 105 に伝達されることをより防ぐことが可能になる。この結果、蓋部 105 の位置ズレを防止し、蓋部 105 と胴本体 103 との間

に配置した金属ガスケットによる密封を維持することが可能になる。

[0078] また、本実施の形態のキャスク用緩衝体は、図 10 の本実施の形態に係る緩衝体の側断面図に示すように、周面側部材 3 において、筒体 3 1 を多重（本実施の形態では二重）に設けてもよい。この場合、各筒体 3 1 の一端部は、板体 2 2 の板面に接合されて外側に突出部 1 0 が設けられる。また、各筒体 3 1 の他端部は、鰐部 1 1 が設けられる。そして、各筒体 3 1、板体 2 2、鰐部 1 1 で形成される領域に周面補強部材 1 2 が設けられる。また、最も外側の筒体 3 1、突出部 1 0、鰐部 1 1 で形成される領域に周面補強部材 1 2 が設けられる。

[0079] このキャスク用緩衝体によれば、周面側部材 3 をより変形し難くするので、キャスク 1 0 0 の端部外周面 1 0 0 b への荷重をさらに低減することが可能になる。なお、筒体 3 1 を多重に設ける場合、筒体 3 1 は、鋼材からなる他の構成と同等の厚さの鋼材が用いられる。このため、緩衝体 1 の寸法制限が厳しいキャスク 1 0 0 の端部外周面 1 0 0 b 側で外側に大きく突出することなく、適度の剛性を得ることが可能になる。

[0080] また、筒体 3 1 を多重に設ける場合、最も外側の筒体 3 1、突出部 1 0、鰐部 1 1、周面補強部材 1 2 で囲まれた領域に衝撃吸収体 4 を挿入する。このため、突出部 1 0、鰐部 1 1 および周面補強部材 1 2 により衝撃吸収体 4 を保持し、当該衝撃吸収体 4 が衝撃を吸収する際に、この衝撃吸収体 4 の位置ズレを防止することで、衝撃吸収体 4 の衝撃吸収効果を確実に得ることが可能になる。

[0081] また、筒体 3 1 を多重に設ける場合、各筒体 3 1、板体 2 2、鰐部 1 1、周面補強部材 1 2 で囲まれる領域に、変形することにより衝撃を吸収する衝撃吸収材が充填される。ここで、衝撃吸収材とは、木材、発泡ウレタン、発泡金属などを示す。このため、丸棒上への高さ 1 m からの落下事象における、(2) 端面 1 0 0 a を水平方向に向けた水平落下に対し、衝撃吸収体 4 に棒が貫通した場合、外側の筒体 3 1 が受けた衝撃（特に高周波衝撃）を衝撃吸収材で緩和することが可能になる。

- [0082] 以下、本実施の形態の緩衝体 1 における衝撃吸収体 4 について説明する。
図 1 1 は、本実施の形態に係る緩衝体の衝撃吸収体の側断面図であり、図 1 2 は、衝撃吸収体の平断面図である。また、図 1 1 および図 1 2 中の両矢印は、衝撃吸収体 4 を構成する木材の繊維の方向を示している。
- [0083] 本実施の形態に係る緩衝体 1 では、木材で衝撃吸収体 4 を構成するとともに、衝撃吸収体 4 の種類や繊維の方向を変更して配置することにより、キャスク 100 の緩衝体として要求される機能をさらに発揮できるようにしてある。
- [0084] 図 1 1 に示すように、衝撃吸収体 4 は、第 1 衝撃吸収体群 4 1 と、第 2 衝撃吸収体群 4 2 と、第 3 衝撃吸収体群 4 3 と、第 4 衝撃吸収体群 4 4 と、第 5 衝撃吸収体群 4 5 とを組み合わせて構成されている。これら、第 1 衝撃吸収体群 4 1 ~ 第 5 衝撃吸収体群 4 5 は、木材のブロックを複数組み合わせて形成されている。また、衝撃吸収体 4 は、その最も外側が外殻 4 6 で被われている。
- [0085] 第 1 衝撃吸収体群 4 1 は、周面側部材 3 の他端部の周りに沿って設けられている。また、第 1 衝撃吸収体群 4 1 は、キャスク 100 の端面 100 a と平行方向に沿って繊維の方向を配置することで、キャスク 100 の端面 100 a と平行方向の衝撃を吸収する第 1 材料で構成されている。この第 1 衝撃吸収体群 4 1 は、図 1 1 および図 1 2 に示すように、衝撃吸収体 4 の周方向に複数分割されたブロックが、鰐部 1 1 および周面補強部材 1 2 で囲まれた領域に挿入されて、鰐部 1 1 および周面補強部材 1 2 により保持される。
- [0086] 第 2 衝撃吸収体群 4 2 は、周面側部材 3 の一端部の周り、および端面側部材 2 の外周に沿い、かつ第 1 衝撃吸収体群 4 1 と隣接して設けられている。また、第 2 衝撃吸収体群 4 2 は、第 1 材料よりも圧縮強度が低く、キャスク 100 の端面 100 a と平行方向に沿って繊維の方向を配置することで、キャスク 100 の端面 100 a と平行方向の衝撃を吸収する第 2 材料で構成されている。この第 2 衝撃吸収体群 4 2 は、衝撃吸収体 4 の周方向に複数分割されたブロックが、図 1 1 および図 1 2 に示すように、突出部 1 0 および周

面補強部材 12 で囲まれた領域に挿入されて、突出部 10 および周面補強部材 12 により保持される。

[0087] 第3衝撃吸収体群 43 は、端面側部材 2 の外周に沿い、かつ第2衝撃吸収体群 42 と隣接して衝撃吸収体 4 の出隅部に設けられている。また、第3衝撃吸収体群 43 は、第2材料よりも圧縮強度が低く、キャスク 100 の端面 100a と平行方向に沿って繊維の方向を配置することで、キャスク 100 の端面 100a に直交する方向または斜め方向の衝撃を吸収する第3材料で構成されている。この第3衝撃吸収体群 43 は、図には明示しないが衝撃吸収体 4 の周方向に複数分割されたブロックで構成されている。

[0088] 第4衝撃吸収体群 44 は、第2衝撃吸収体群 42 および第3衝撃吸収体群 43 の内周に沿い、かつ第2衝撃吸収体群 42 および第3衝撃吸収体群 43 と隣接して設けられている。また、第4衝撃吸収体群 44 は、キャスク 100 の端面 100a に直交する方向に沿って繊維の方向を配置することで、キャスク 100 の端面 100a に直交する方向の衝撃を吸収する第3材料で構成されている。この第4衝撃吸収体群 44 は、図には明示しないが衝撃吸収体 4 の周方向に複数分割されたブロックで構成されている。

[0089] 第5衝撃吸収体群 45 は、第4衝撃吸収体群 44 の周の内側に設けられている。また、第5衝撃吸収体群 45 は、キャスク 100 の端面 100a と平行方向に沿って繊維の方向を配置することで、キャスク 100 の端面 100a と平行方向の衝撃を吸収する第3材料で構成されている。この第5衝撃吸収体群 45 は、図には明示しないが衝撃吸収体 4 の周方向に複数分割されたブロックで構成されている。

[0090] なお、本実施の形態のキャスク用緩衝体では、端面側部材 2 が、少なくとも1つを除く板体 22 の中央部分に開口部 23 が形成され、この開口部 23 により開口された他の板体 21 との領域に複数の中央補強部材 6 を備える。そして、中央補強部材 6 および中央補強部材 6 が設けられた板体 21 で囲まれた領域に、第5衝撃吸収体群 45 が挿入される。

[0091] また、第1衝撃吸収体群 41 を構成する第1材料は、衝撃吸収体 4 をなす

全ての材料の中で、最も圧縮強度が高く、例えばオーク（櫟）を用いる。また、第2衝撃吸収体群42を構成する第2材料は、第1材料よりも圧縮強度が低く、例えばレッドセダー（米杉）を用いる。また、第3衝撃吸収体群43、第4衝撃吸収体群44、および第5衝撃吸収体群45を構成する第3材料は、第2材料よりも圧縮強度が低く、例えばパルサを用いる。ここで圧縮強度とは、衝撃吸収体を圧縮した際のヤング係数や圧縮強さなどである。

[0092] 外殻46は、端面側部材2および周面側部材3よりも薄い鋼材からなり、上述した第1衝撃吸収体群41～第5衝撃吸収体群45を被うように、第1衝撃吸収体群41～第5衝撃吸収体群45の外側面に沿って設けられている。この外殻46は、周面側部材3における鋸部11に対して溶接により接合される。そして、外殻46は、第1衝撃吸収体群41～第5衝撃吸収体群45を湿気や水滴から保護し、かつ上述した落下事象において、第1衝撃吸収体群41～第5衝撃吸収体群45と共に変形して衝撃を吸収する。

[0093] このように、本実施の形態のキャスク用緩衝体では、衝撃吸収体4は、木材のブロックが複数組み合わせられて形成されており、周面側部材3の他端部の周りに沿って設けられ、キャスク100の端面100aと平行方向の衝撃を吸収する第1材料で構成される第1衝撃吸収体群41と、周面側部材3の一端部の周りおよび端面側部材2の外周に沿い、かつ第1衝撃吸収体群41と隣接して設けられ、第1材料よりも圧縮強度が低く、キャスク100の端面100aと平行方向の衝撃を吸収する第2材料で構成される第2衝撃吸収体群42と、端面側部材2の外周に沿い、かつ第2衝撃吸収体群42と隣接して衝撃吸収体4の出隅部に設けられ、第2材料よりも圧縮強度が低く、キャスク100の端面100aに直交する方向または斜め方向の衝撃を吸収する第3材料で構成される第3衝撃吸収体群43と、第2衝撃吸収体群42および第3衝撃吸収体群43の内周に沿い、かつ第2衝撃吸収体群42および第3衝撃吸収体群43と隣接して設けられ、キャスク100の端面100aに直交する方向の衝撃を吸収する第3材料で構成される第4衝撃吸収体群44と、第4衝撃吸収体群44の周の内側に設けられ、キャスク100の端面

100aと平行方向の衝撃を吸収する第3材料で構成される第5衝撃吸収体群45とを備える。

[0094] このキャスク用緩衝体によれば、上述した端面側部材2および周面側部材3の効果に加え、各衝撃吸収体群41, 42, 43, 44, 45により、キャスク100の想定する落下事象に対して、落下や衝突の衝撃を適宜吸収することが可能になる。

[0095] 図13は、本実施の形態に係る緩衝体の衝撃吸収体の他方向の側断面図である。図13に示すように、衝撃吸収体4は、緩衝体1をキャスク100に対して固定するボルト7を通すための取付用穴13が設けられている。この取付用穴13は、その奥行き方向であってキャスク100の端面100aと直交する方向に伸縮できる。取付用穴13は、端面側部材2の係止穴8および挿通穴9と同軸上に設けられている。そして、取付用穴13は、蛇腹部14が設けられている。取付用穴13は、この蛇腹部14により、キャスク100が垂直落下あるいは垂直衝突したとき、キャスク100の端面100aと直交する方向へほとんど抵抗なく変形する。

[0096] このように、本実施の形態のキャスク用緩衝体では、衝撃吸収体4は、キャスク100への固定用のボルト7を通す取付用穴13が設けられ、当該取付用穴13は、その奥行き方向に伸縮できる。

[0097] このキャスク用緩衝体によれば、キャスク100の垂直落下時あるいは垂直衝突時において、衝撃吸収体4が変形を開始するとき、取付用穴13の変形による衝撃荷重が急激に増加することを抑制できる。この結果、キャスク100の垂直落下時あるいは垂直衝突時において、蓋部105を胴本体103に固定するボルト7に過大な力が作用することを抑制するので、金属ガスケットによる密封を維持できる。

符号の説明

- [0098] 1 緩衝体
2 端面側部材
21, 22 板体

- 2 3 開口部
- 2 4 仕切部材
- 3 周面側部材
- 3 1 筒体
- 3 1 a 段差部
- 4 衝撃吸収体
- 5 端面補強部材
- 6 中央補強部材
- 7 ボルト
- 8 係止穴
- 9 挿通穴
- 1 0 突出部
- 1 1 鰐部
- 1 2 周面補強部材
- 1 3 取付用穴
- 1 4 蛇腹部
- 4 1 第 1 衝撃吸収体群
- 4 2 第 2 衝撃吸収体群
- 4 3 第 3 衝撃吸収体群
- 4 4 第 4 衝撃吸収体群
- 4 5 第 5 衝撃吸収体群
- 4 6 外殻
- 1 0 0 キャスク
- 1 0 0 a 錆面
- 1 0 0 b 端部外周面
- 1 0 3 胴本体
- 1 0 4 底部
- 1 0 5 蓋部

105 a 一次蓋

105 b 二次蓋

105 c 挿通穴

105 d 給排気、給排水または圧力監視部

109 a, 109 b ボルト

110 a, 110 b ボルト穴

請求の範囲

- [請求項1] 使用済燃料を格納するキャスクの両端部に取り付けられ、前記キャスクに対する衝撃を吸収するキャスク用緩衝体において、
- 鋼材からなる複数の板体が相互に対面する板面間に間隔をおいて形成され、前記板体の板面が前記キャスクの端面に沿って配置される端面側部材と、
- 鋼材からなる筒体をなすと共に一端部が前記端面側部材の周縁に接合され、前記キャスクの端部外周面に沿って配置される周面側部材と、
- を備え、変形することにより衝撃を吸収する衝撃吸収体が、前記端面側部材および前記周面側部材の外側に設けられることを特徴とするキャスク用緩衝体。
- [請求項2] 前記端面側部材は、前記板体間を連結して設けられた複数の端面補強部材を備えることを特徴とする請求項1に記載のキャスク用緩衝体。
- [請求項3] 前記端面側部材は、少なくとも1つを除く板体の中央部分に開口部が形成され、前記開口部により開口された他の板体との領域に複数の中央補強部材を備えることを特徴とする請求項1または2に記載のキャスク用緩衝体。
- [請求項4] 前記中央補強部材および当該中央補強部材が設けられた前記板体で囲まれた領域に、前記衝撃吸収体を挿入することを特徴とする請求項3に記載のキャスク用緩衝体。
- [請求項5] 前記周面側部材は、
- 前記筒体の一端部の全周に渡り前記端面側部材における前記板体の周縁が前記筒体の外側に突出して設けられた突出部と、
- 前記筒体の他端部の全周に渡り外側に突出して設けられた錨部と、
- 前記突出部と前記錨部との間を連結すると共に前記筒体の外面に設けられた複数の周面補強部材と、

を備えることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれか一つに記載のキャスク用緩衝体。

[請求項 6] 前記突出部、前記鋸部および前記周面補強部材で囲まれた領域に前記衝撃吸収体を挿入することを特徴とする請求項 5 に記載のキャスク用緩衝体。

[請求項 7] 前記端面側部材において複数の前記板体が対面する部位は、前記キャスクの蓋部を固定するためのボルトを覆うことを特徴とする請求項 1 ~ 6 のいずれか一つに記載のキャスク用緩衝体。

[請求項 8] 前記端面側部材において複数の前記板体が対面する部位は、前記蓋部に設けられた給排気、給排水または圧力監視部を覆うことを特徴とする請求項 7 に記載のキャスク用緩衝体。

[請求項 9] 前記端面側部材は、複数の前記板体が対面する間に、変形することにより衝撃を吸収する衝撃吸収材が充填されることを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれか一つに記載のキャスク用緩衝体。

[請求項 10] 前記キャスクを構成する蓋部の外周面と前記周面側部材の内周面との間の寸法を、前記蓋部が固定される前記キャスクの胴本体の外周面と前記周面側部材の内周面との間の寸法よりも大きく形成することを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれか一つに記載のキャスク用緩衝体。

[請求項 11] 前記衝撃吸収体は、木材のブロックが複数組み合わされて形成されており、

前記周面側部材の他端部の周りに沿って設けられ、前記キャスクの端面と平行方向の衝撃を吸収する第 1 材料で構成される第 1 衝撃吸収体群と、

前記周面側部材の一端部の周りおよび前記端面側部材の外周に沿い、かつ前記第 1 衝撃吸収体群と隣接して設けられ、前記第 1 材料よりも圧縮強度が低く、前記キャスクの端面と平行方向の衝撃を吸収する第 2 材料で構成される第 2 衝撃吸収体群と、

前記端面側部材の外周に沿い、かつ前記第 2 衝撃吸収体群と隣接し

て前記衝撃吸収体の出隅部に設けられ、前記第2材料よりも圧縮強度が低く、前記ヘルメットの端面に直交する方向または斜め方向の衝撃を吸収する第3材料で構成される第3衝撃吸収体群と、

前記第2衝撃吸収体群および前記第3衝撃吸収体群の内周に沿い、かつ第2衝撃吸収体群および前記第3衝撃吸収体群と隣接して設けられ、前記ヘルメットの端面に直交する方向の衝撃を吸収する第3材料で構成される第4衝撃吸収体群と、

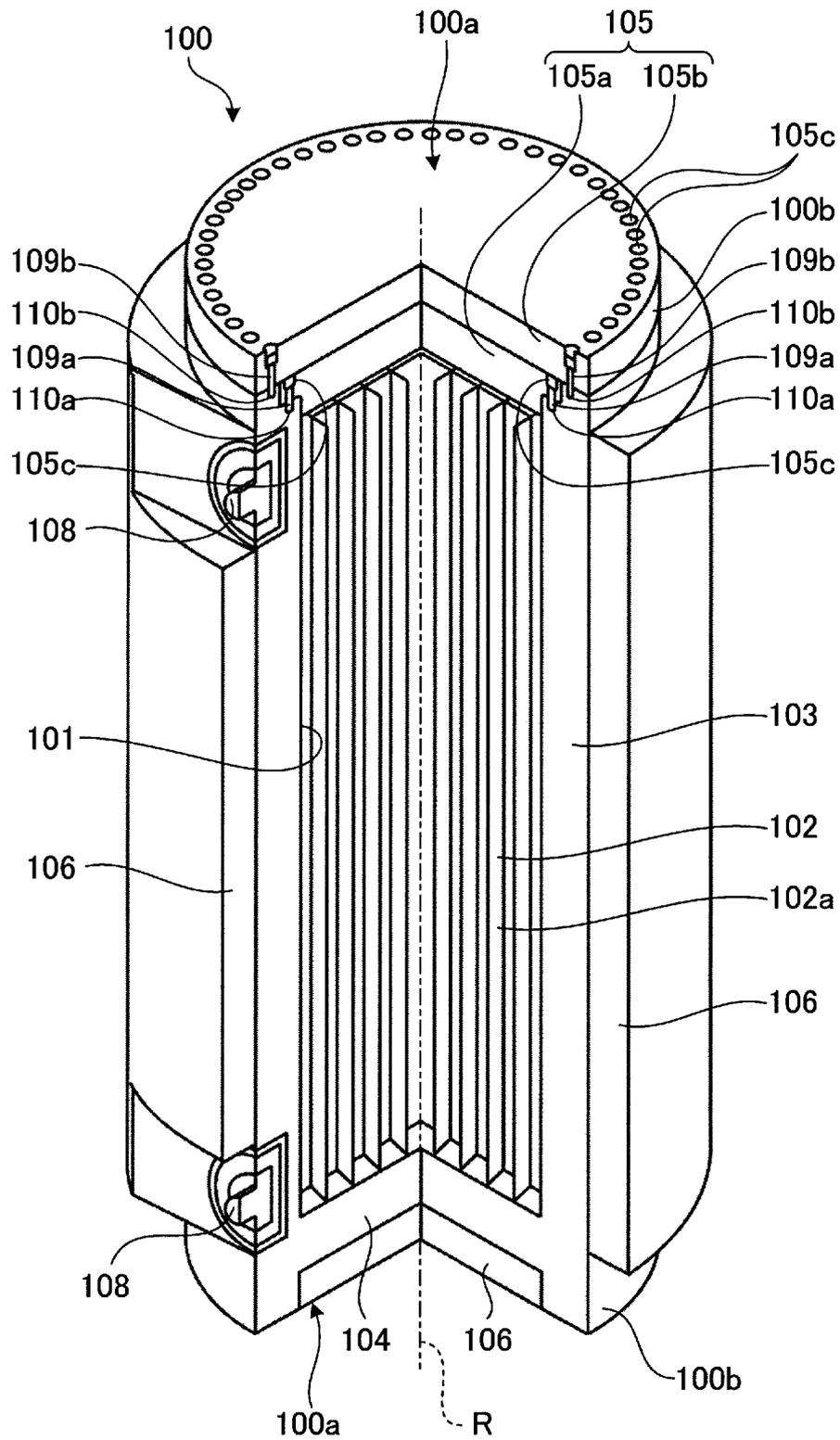
前記第4衝撃吸収体群の周の内側に設けられ、前記ヘルメットの端面と平行方向の衝撃を吸収する第3材料で構成される第5衝撃吸収体群と、

を備えることを特徴とする請求項1～10のいずれか一つに記載のヘルメット用緩衝体。

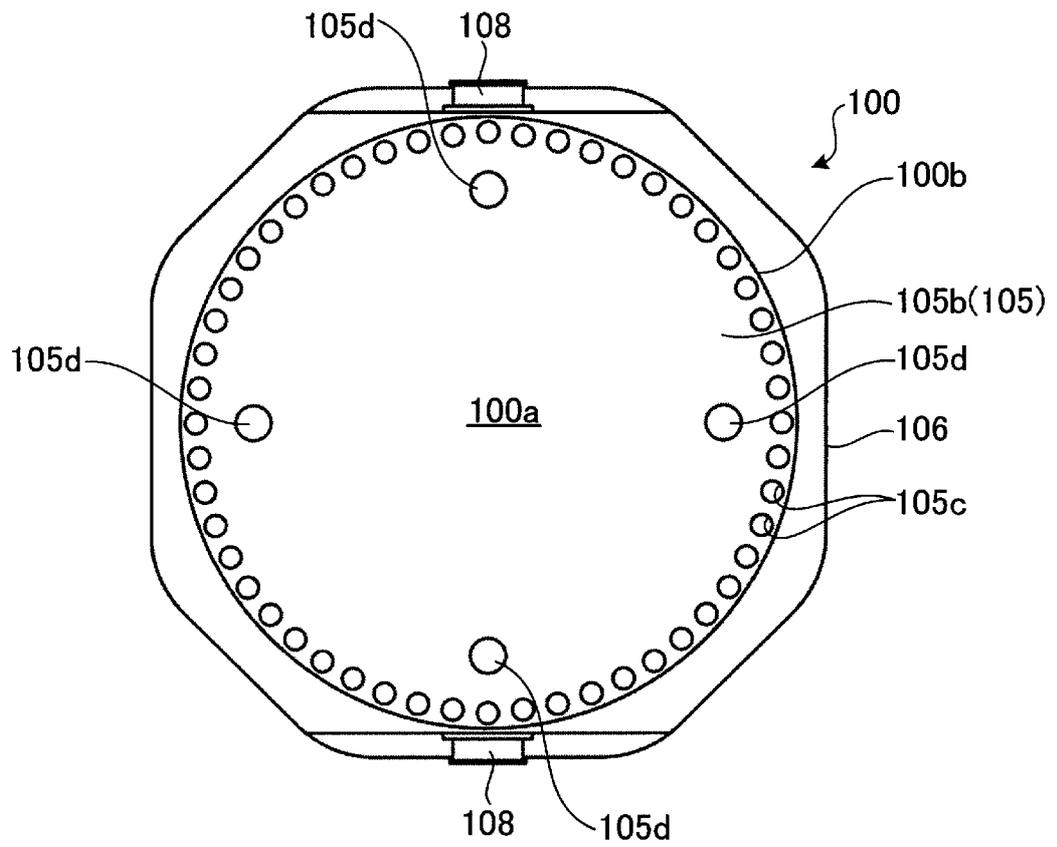
[請求項12]

前記衝撃吸収体は、前記ヘルメットへの固定用のボルトを通す取付用穴が設けられ、当該取付用穴は、その奥行き方向に伸縮できることを特徴とする請求項1～11のいずれか一つに記載のヘルメット用緩衝体。

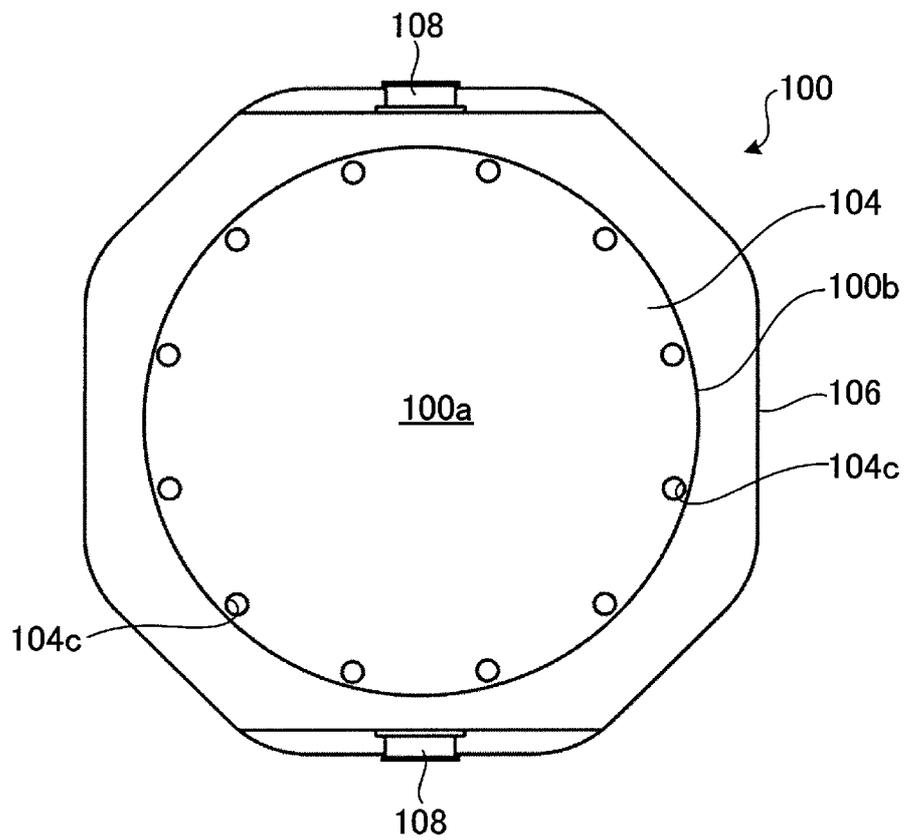
[図1]



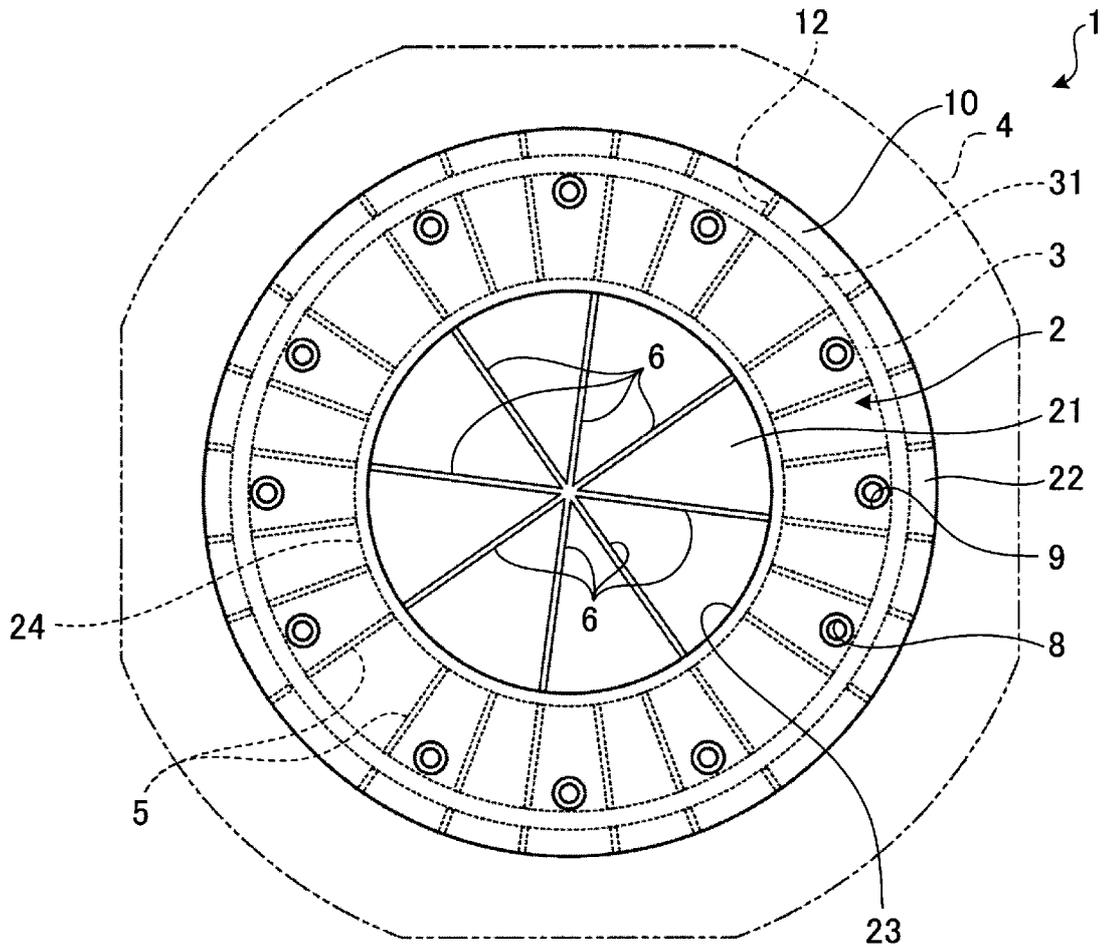
[図2]



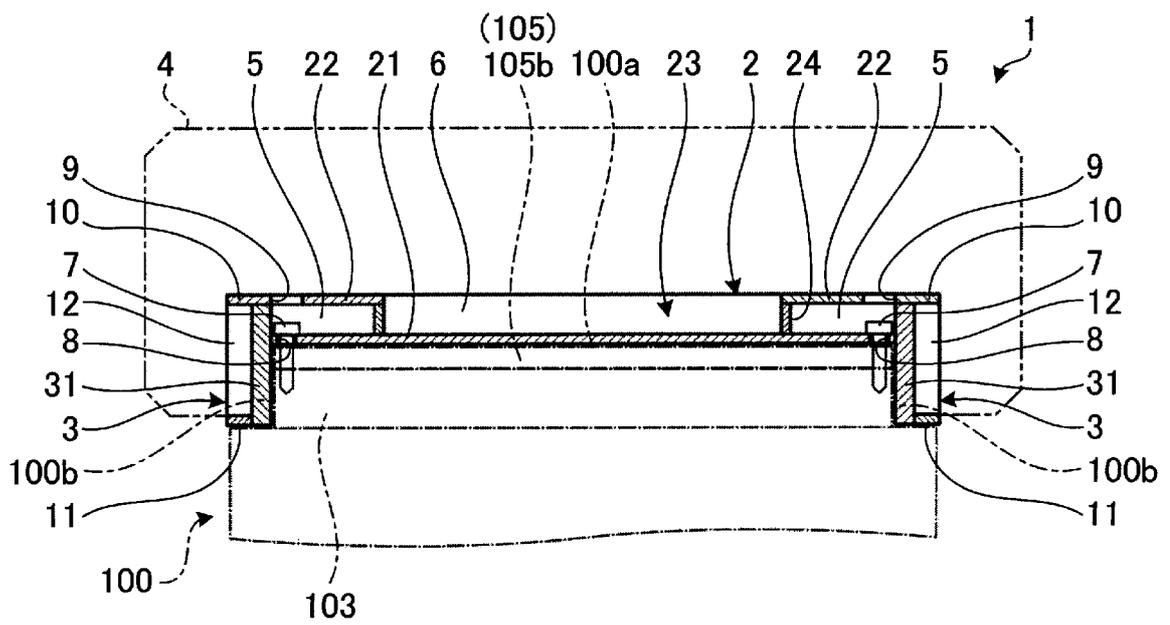
[図3]



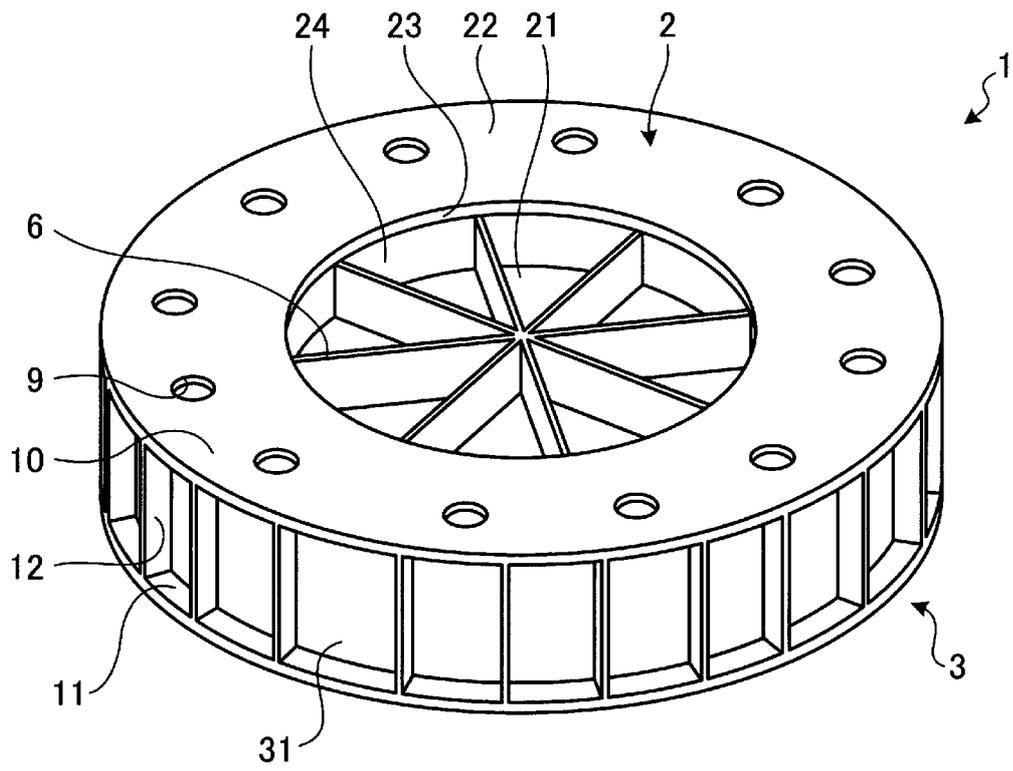
[図4]



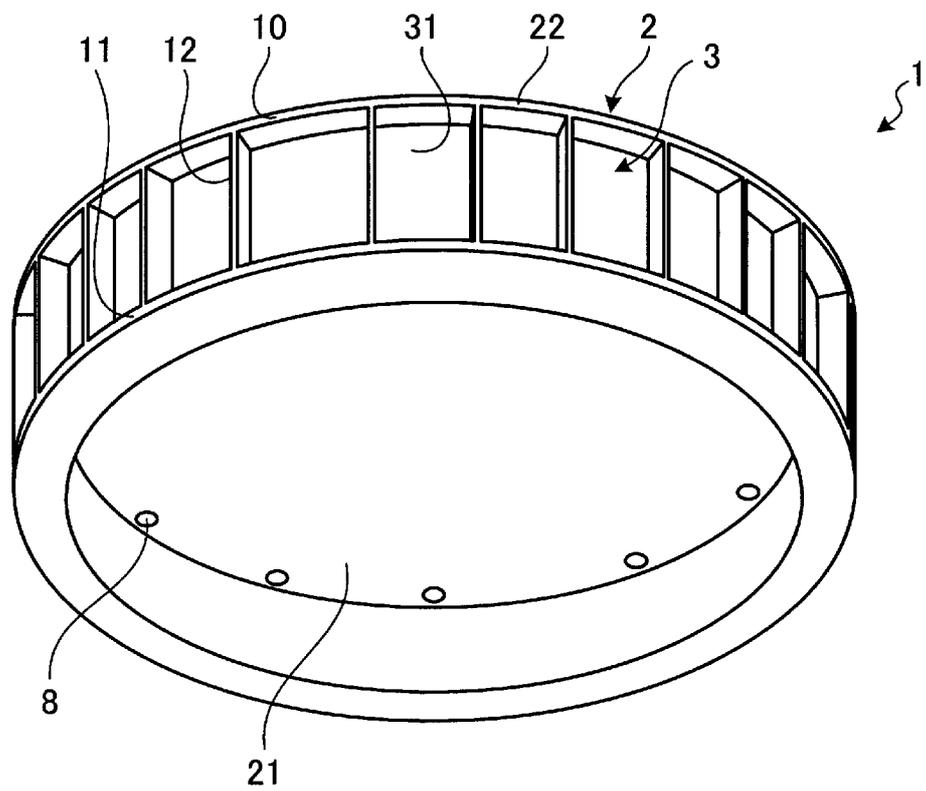
[図5]



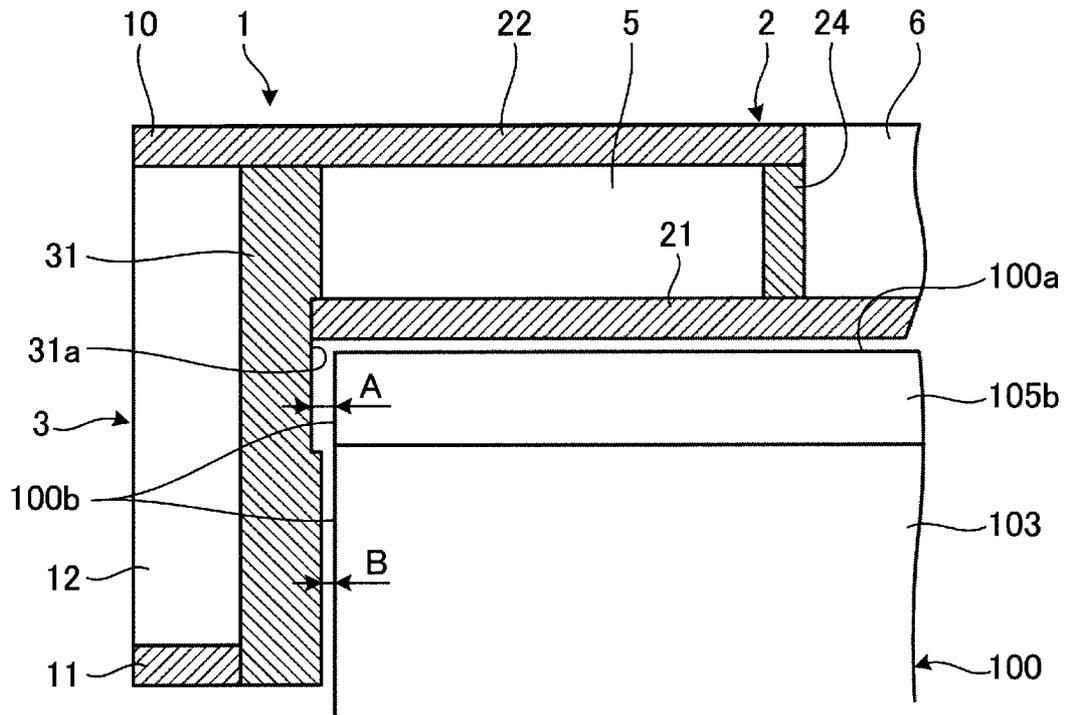
[図6]



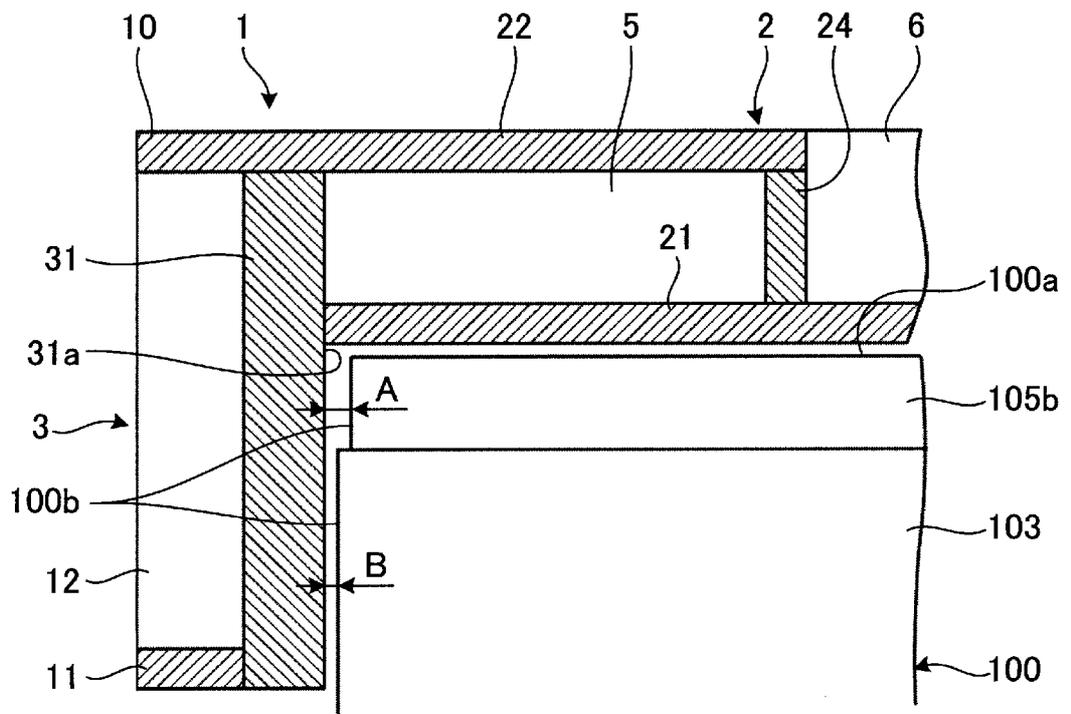
[図7]



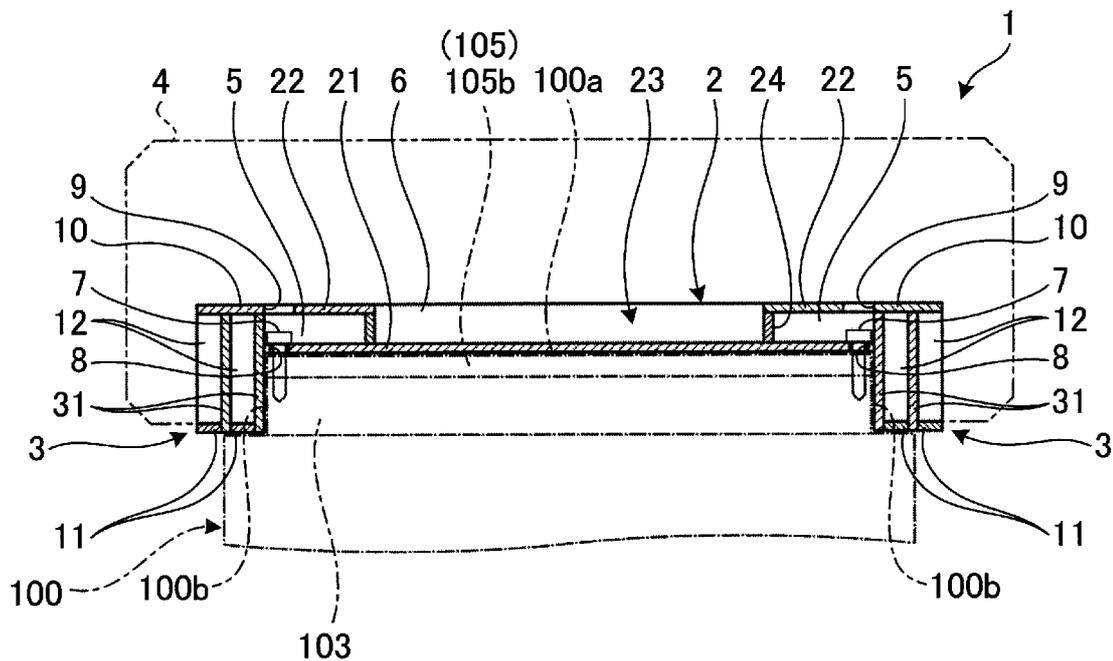
[図8]



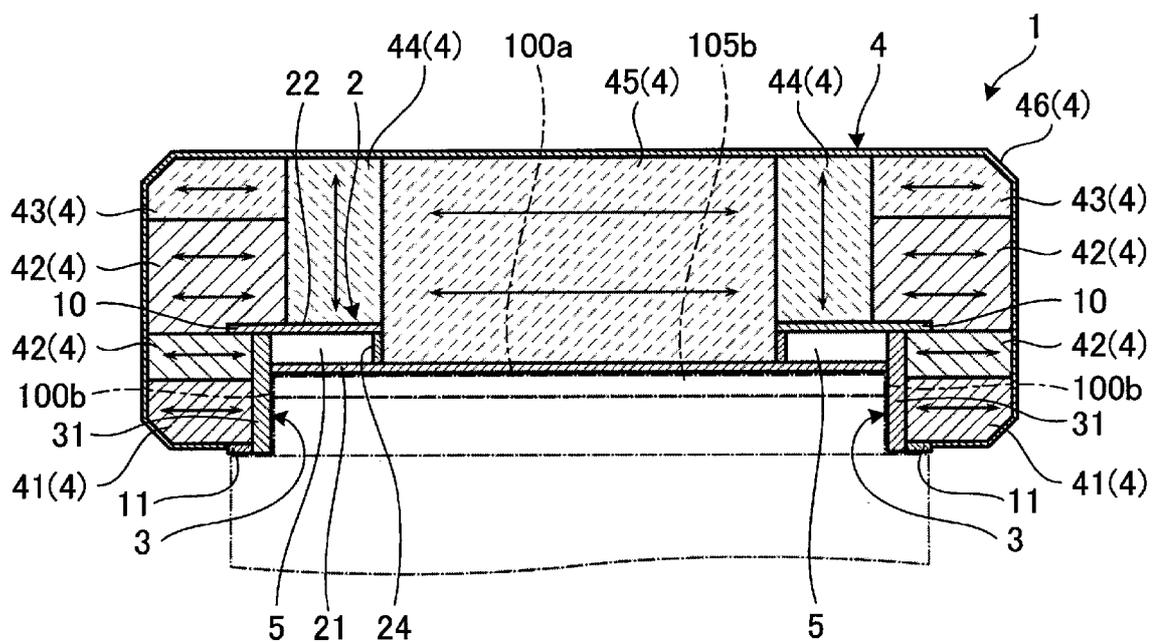
[図9]



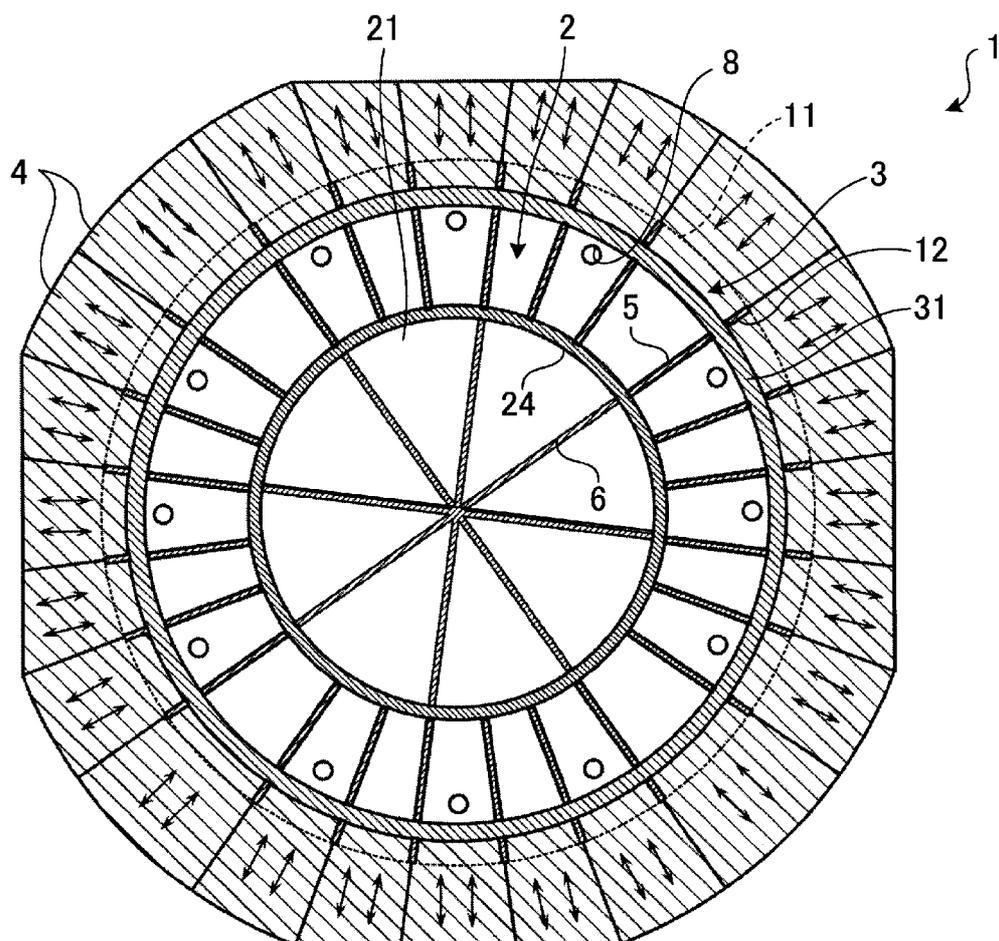
[図10]



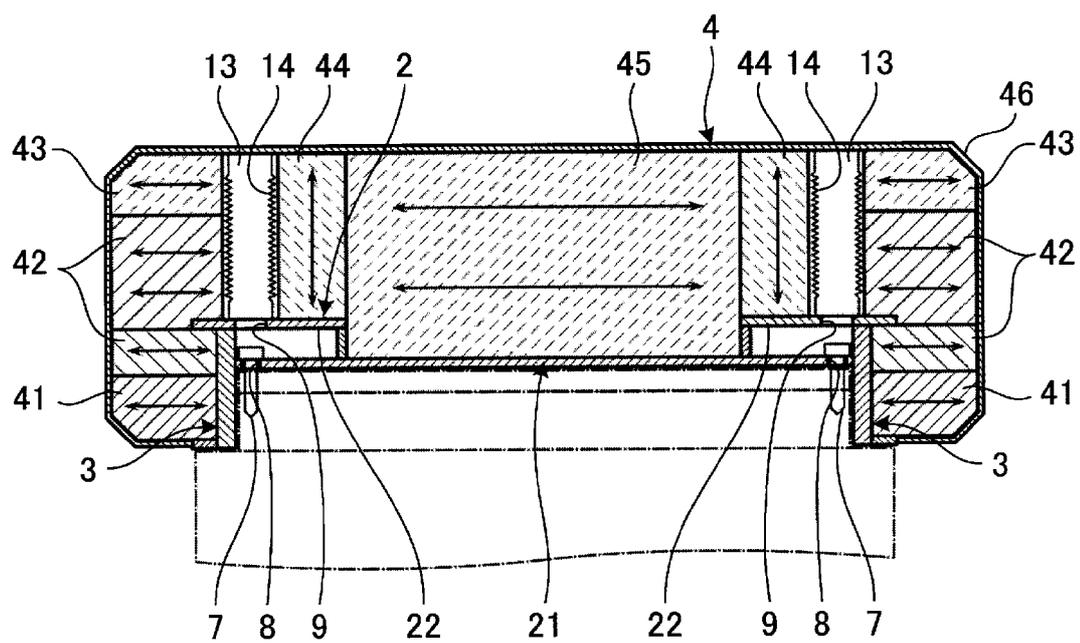
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/064736

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

G21C19/32(2006.01)i, G21F5/08(2006.01)i, G21F9/36(2006.01)i

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

G21C19/32, G21F5/08, G21F9/36

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo	Shinan	Koho	1922-1	996	Jitsuyo	Shinan	Toroku	Koho	1996-2011
Kokai	Jitsuyo	Shinan	Koho	1971-2011	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2011

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2005-321304 A (Mitsui Engineering & Shipbuilding Co., Ltd.), 17 November 2005 (17.11.2005), entire text; all drawings (Family: none)	1-9 1-12
Y	JP 52-067499 A (United Kingdom Atomic Energy Authority), 03 June 1977 (03.06.1977), entire text; all drawings & GB 1496846 A & DE 2654297 A & FR 2334177 A & IT 1074294 B	1-12
Y	JP 2004-309235 A (Hitachi, Ltd.), 04 November 2004 (04.11.2004), entire text; all drawings (Family: none)	11

 Further documents are listed in the continuation of Box C. See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

15 July, 2011 (15.07.11)

Date of mailing of the international search report

26 July, 2011 (26.07.11)

Name and mailing address of the ISA/

Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/064736

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2008-233098 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 02 October 2008 (02.10.2008), entire text; all drawings & JP 2008-233096 A & JP 2008-233097 A & JP 4221029 B & US 2007/0108086 A1 & EP 1777710 A1 & WO 2006/016606 A1 & KR 10-2006-0054447 A & CN 1839447 A & TW 288936 B	12

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:

2. Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:

3. Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)

This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:

The invention in claim 1 of the present application cannot be considered to have novelty and a special technical feature, since the invention is described in the document 1 (JP 2005-321304 A) which is cited in this international search report. Therefore, the inventions in claims 1-12 do not involve one or more of the same or corresponding special technical features, and the therefore, unity of invention cannot be considered to be present among the inventions in claims 1-12.

1. As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:

4. No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:

Remark on Protest

- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- No protest accompanied the payment of additional search fees.

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G21C19/32 (2006.01)i, G21F5/08 (2006.01)i, G21F9/36 (2006.01)i

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int.Cl. G21C19/32, G21F5/08, G21F9/36

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1922-
 日本国公開実用新案公報 1971-2
 日本国実用新案登録公報 1996-
 日本国登録実用新案公報 1994-2

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)
 年

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
X Y	JP 2005-321304 A (三井造船株式会社) 2005. 11. 17, 全文, 全図 (ファミリーなし)	1-9 1-12
Y	JP 52-067499 A (ユナイテッド キングダム アトミック エナジー オーソリティ) 1977. 06. 03, 全文, 全図 & GB 1496846 A & DE 2654297 A & FR 2334177 A & IT 1074294 B	1-12
Y	JP 2004-309235 A (株式会社 日立製作所) 2004. 11. 04, 全文, 全図 (ファミリーなし)	11

c 欄の続きにも文献が列挙されている。 パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー
 IA 「特に関連のある文献ではなく、一般的な技術水準を示すもの」
 IE 「国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの」
 I 「優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)」
 Iθ 「口頭による開示、使用、展示等に言及する文献」
 IP 「国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願日の後に公表された文献」
 T 「国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの」
 X 「特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの」
 IY 「特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの」
 I& 「同一パテントファミリー文献」

国際調査を完了した日 15.07.2011	国際調査報告の発送日 26.07.2011
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁 (ISA / JP) 郵便番号 100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官 (権限のある職員) 山口 敦司 電話番号 03-3581-1101 内線 3273

C (続き). 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2008-233098 A (三菱重工業株式会社) 2008. 10. 02, 全文, 全図 & JP 2008-233096 A & JP 2008-233097 A & JP 4221029 B & US 2007/0108086 AI & EP 1777710 AI & wo 2006/016606 AI & KR 10-2006-0054447 A & CN 1839447 A & TW 288936 B	12

第II欄 請求の範囲の一部の調査ができないときの意見 (第1ページの2の続き)

法第8条第3項 (PCT 17条 2) (a) の規定により、この国際調査報告は次の理由により請求の範囲の一部について作成しなかった。

1. 請求項 _____ は、この国際調査機関が調査をすることを要しない対象に係るものである。つまり、

2. 請求項 _____ は、有意義な国際調査をすることができる程度まで所定の要件を満たしていない国際出願の部分に係るものである。つまり、

3. 請求項 _____ は、従属請求の範囲であってPCT規則6.4(a)の第2文及び第3文の規定に従って記載されていない。

第III欄 発明の単一性が欠如しているときの意見 (第1ページの3の続き)

次に述べるようにこの国際出願に二以上の発明があるときの国際調査機関は認めた。

この出願の請求項1に係る発明は、この国際調査報告で引用した文献1 (JP 2005-321304 A) に記載されており、新規性が認められず、特別な技術的特徴を有しない。したがって、請求項1-12に係る発明の間には、一以上の同一又は対応する特別な技術的特徴が含まれず、発明の単一性を認めることができない。

1. 出願人が必要な追加調査手数料をすべて期間内に納付したので、この国際調査報告は、すべての調査可能な請求項について作成した。
2. 追加調査手数料を要求するまでもなく、すべての調査可能な請求項について調査することができたので、追加調査手数料の納付を求めなかった。
3. 出願人が必要な追加調査手数料を一部のみしか期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、手数料の納付のあった次の請求項のみについて作成した。
4. 出願人が必要な追加調査手数料を期間内に納付しなかったため、この国際調査報告は、請求の範囲の最初に記載されている発明に係る次の請求項について作成した。

追加調査手数料の異議の申立てに関する注意

- 追加調査手数料及び、該当する場合には、異議申立手数料の納付と共に、出願人から異議申立てがあった。
- 追加調査手数料の納付と共に出願人から異議申立てがあったが、異議申立手数料が納付命令書に示した期間内に支払われなかった。
- 追加調査手数料の納付はあったが、異議申立てはなかった。