

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7065689号
(P7065689)

(45)発行日 令和4年5月12日(2022.5.12)

(24)登録日 令和4年4月28日(2022.4.28)

(51)国際特許分類

F I

F 1 6 F	7/12 (2006.01)	F 1 6 F	7/12	
F 1 6 F	7/00 (2006.01)	F 1 6 F	7/00	B
G 2 1 F	5/08 (2006.01)	G 2 1 F	5/08	
G 2 1 C	19/32 (2006.01)	G 2 1 C	19/32	1 0 0
G 2 1 F	9/36 (2006.01)	G 2 1 F	9/36	5 0 1 J

請求項の数 9 (全19頁)

(21)出願番号 特願2018-100002(P2018-100002)
 (22)出願日 平成30年5月24日(2018.5.24)
 (65)公開番号 特開2019-203572(P2019-203572
 A)
 (43)公開日 令和1年11月28日(2019.11.28)
 審査請求日 令和3年2月26日(2021.2.26)

(73)特許権者 000006208
 三菱重工業株式会社
 東京都千代田区丸の内三丁目2番3号
 (74)代理人 100149548
 弁理士 松沼 泰史
 (74)代理人 100162868
 弁理士 伊藤 英輔
 (74)代理人 100161702
 弁理士 橋本 宏之
 (74)代理人 100189348
 弁理士 古都 智
 (74)代理人 100196689
 弁理士 鎌田 康一郎
 (74)代理人 100210572
 弁理士 長谷川 太一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 衝撃吸収部材、及び緩衝体

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

固定面に配置される衝撃吸収部材であって、
繊維と樹脂とを含む複合材料で形成され、前記固定面に交差する管軸を有する複合材管と、

前記複合材管の前記管軸の延びる方向における端部を支持する支持部、及び前記固定面に形成された孔部に挿入可能な突出部を有する支持治具と、
を備え、

前記支持部は、前記管軸に対する少なくとも径方向から前記複合材管に当接する当接面を有し、

前記突出部の外径は前記複合材管の外径よりも小さく、

前記固定面が、互いに対向する一对の固定面であって、
 前記支持治具が、前記一对の固定面のうち少なくとも一方の固定面に配置され、
 前記複合材管が、前記一对の固定面の間に配置される衝撃吸収部材。

【請求項2】

前記支持部は、
 前記管軸に交差する面に沿って広がるとともに、前記管軸の延びる方向から前記複合材管に当接する底部と、
 前記底部から前記管軸に沿って延びるとともに、前記複合材管の外周面に当接する筒形状の筒状部と、を有し、

前記底部の前記複合材管を向く面、及び前記筒状部の内周面が前記当接面をなしている請求項 1 に記載の衝撃吸収部材。

【請求項 3】

固定面に配置される衝撃吸収部材であって、
繊維と樹脂とを含む複合材料で形成され、前記固定面に交差する管軸を有する複合材管と、

前記複合材管の前記管軸の延びる方向における端部を支持する支持部、及び前記固定面に形成された孔部に挿入可能な突出部を有する支持治具と、
を備え、

前記支持部は、前記管軸に対する少なくとも径方向から前記複合材管に当接する当接面を有し、

前記突出部の外径は前記複合材管の外径よりも小さく、

前記当接面は、前記管軸に対する径方向内側から外側に向かうに従って、前記固定面から次第に離間するように湾曲する湾曲部を有する衝撃吸収部材。

【請求項 4】

固定面に配置される衝撃吸収部材であって、

繊維と樹脂とを含む複合材料で形成され、前記固定面に交差する管軸を有する複合材管と、

前記複合材管の前記管軸の延びる方向における端部を支持する支持部、及び前記固定面に形成された孔部に挿入可能な突出部を有する支持治具と、
を備え、

前記支持部は、前記管軸に対する少なくとも径方向から前記複合材管に当接する当接面を有し、

前記突出部の外径は前記複合材管の外径よりも小さく、

前記当接面は、前記管軸に沿って延びるとともに、前記複合材管の内周面に当接し、

前記当接面は、前記管軸に対する径方向外側から内側に向かうに従って、前記固定面から次第に離間するように湾曲する湾曲部を有する衝撃吸収部材。

【請求項 5】

固定面に配置される衝撃吸収部材であって、

繊維と樹脂とを含む複合材料で形成され、前記固定面に交差する管軸を有する複合材管と、

前記複合材管の前記管軸の延びる方向における端部を支持する支持部、及び前記固定面に形成された孔部に挿入可能な突出部を有する支持治具と、
を備え、

前記支持部は、前記管軸に対する少なくとも径方向から前記複合材管に当接する当接面を有し、

前記突出部の外径は前記複合材管の外径よりも小さく、

前記支持部は、前記当接面から前記複合材管に向かって突出し、前記管軸に対する径方向に延びるとともに、周方向に間隔をあけて配列された複数のリブを有する衝撃吸収部材。

【請求項 6】

固定面に配置される衝撃吸収部材であって、

繊維と樹脂とを含む複合材料で形成され、前記固定面に交差する管軸を有する複合材管と、

前記複合材管の前記管軸の延びる方向における端部を支持する支持部、及び前記固定面に形成された孔部に挿入可能な突出部を有する支持治具と、
を備え、

前記支持部は、前記管軸に対する少なくとも径方向から前記複合材管に当接する当接面を有し、

前記突出部の外径は前記複合材管の外径よりも小さく、

前記管軸の延びる方向における前記複合材管の端部を含む部分には、前記管軸に沿って延

10

20

30

40

50

びるとともに、周方向に間隔をあけて配列された複数の切れ込み部が形成されている衝撃吸収部材。

【請求項 7】

固定面が形成されたケーシングと、
前記固定面に配置された衝撃吸収部材と、
を備え、

前記衝撃吸収部材が、

繊維と樹脂とを含む複合材料で形成され、前記固定面に交差する管軸を有する複合材管と、

前記複合材管の前記管軸の延びる方向における端部を支持する支持部、及び前記固定面に形成された孔部に挿入可能な突出部を有する支持治具と、を備え、

前記支持部は、前記管軸に対する少なくとも径方向から前記複合材管に当接する当接面を有し、

前記突出部の外径は前記複合材管の外径よりも小さい緩衝体。

【請求項 8】

前記固定面が形成されたケーシングと、

前記固定面に配置された請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の衝撃吸収部材と、
を備える緩衝体。

【請求項 9】

被収容物を収容する輸送容器と、

前記輸送容器に装着された請求項 7 又は 8 に記載の緩衝体と、
を備えるキャスク。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、衝撃吸収部材、及び緩衝体に関する。

【背景技術】

【0002】

原子力発電所で生じた使用済みの核燃料は、冷却のために発電所内にある貯蔵プールで一定の期間にわたって保管される。その後、再処理工場に送られて処理される。

【0003】

しかし、貯蔵プールに空きがない場合には、貯蔵施設で使用済み核燃料を一時的に保管することがある。このような施設への使用済み核燃料の運搬や保管に際しては、キャスクと呼ばれる容器が用いられる。キャスクは、コンクリート、鋼鉄等で形成された円柱形状の輸送容器と、輸送容器を衝撃から保護する緩衝体と、を有している。輸送容器の内部には、熱伝導性の高いヘリウム等の不活性ガスとともに使用済み核燃料が封入される。

【0004】

上記の緩衝体の具体例として、下記特許文献 1 に記載されたものが知られている。特許文献 1 に記載された緩衝体は、ケーシングと、ケーシングの内部空間に充填された衝撃吸収部材と、を備えている。衝撃吸収部材は、繊維強化樹脂で形成された複数の中空筒状体を有している。中空筒状体は、ケーシングの内面側に配列されている。特許文献 1 では、ケーシングの外面側から衝撃が加わった場合、中空筒状体に剥離破壊が生じることで衝撃を吸収できるとされている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0005】

【文献】特開 2017 - 114564 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

10

20

30

40

50

【0006】

上記特許文献1に係る構成において、剥離破壊を發揮させるには、ケーシングの内面に中空筒状体を固定させる必要がある。ケーシングの内面に中空筒状体固定させるには、固定面であるケーシングの内面に、中空筒状体の外径に相当する孔径を有する孔を形成し、この孔に中空筒状体を挿入することが考えられる。

しかしながら、孔に中空筒状体を挿入するには、固定面を加工して、中空筒状体の外径に相当する孔径を有する孔を設ける必要がある。このため、固定面の加工作業が負担となっている。

【0007】

本発明は、上記課題を解決するためになされたものであって、固定面の加工作業を軽減できる衝撃吸収部材、緩衝体、及びキャスクを提供することを目的とする。

10

【課題を解決するための手段】

【0008】

第一の態様の衝撃吸収部材は、固定面に配置される衝撃吸収部材であって、繊維と樹脂とを含む複合材料で形成され、前記固定面に交差する管軸を有する複合材管と、前記複合材管の前記管軸の延びる方向における端部を支持する支持部、及び前記固定面に形成された孔部に挿入可能な突出部を有する支持治具と、を備え、前記支持部は、前記管軸に対する少なくとも径方向から前記複合材管に当接する当接面を有し、前記突出部の外径は前記複合材管の外径よりも小さい。

【0009】

この構成によれば、複合材管は、固定面に管軸方向から支持治具によって支持されている。支持治具は、複合材管の外径よりも小さい外径を有する突出部を孔部に挿入することで、固定面上で支持されている。これにより、孔部の内径を複合材管の外径よりも小さくすることができる。その結果、固定面の加工作業が軽減される。

20

【0010】

第二の態様の衝撃吸収部材は、前記固定面が、互いに対向する一对の固定面であって、前記支持治具が、前記一对の固定面のうち少なくとも一方の固定面に配置され、前記複合材管が、前記一对の固定面の間に配置している第一の態様の衝撃吸収部材である。

【0011】

この態様によれば、一对の固定面によって複合材管を固定することができるため、複合材管を安定して固定することができる。

30

【0012】

第三の態様の衝撃吸収部材は、前記支持部は、前記管軸に交差する面に沿って広がるとともに、前記管軸の延びる方向から前記複合材管に当接する底部と、前記底部から前記管軸に沿って延びるとともに、前記複合材管の外周面に当接する筒形状の筒状部と、を有し、前記底部の前記複合材管を向く面、及び前記筒状部の内周面が前記当接面をなしている第一又は第二の態様の衝撃吸収部材である。

【0013】

この態様によれば、底部の複合材管を向く面、及び筒状部の内周面が当接面をなしている。このため、複合材管と支持治具との接触面が広がることで、複合材管に生じる応力を低減させ、複合材管の折れを低減できる。

40

【0014】

第四の態様の衝撃吸収部材は、前記当接面は、管軸に対する径方向内側から外側に向かうに従って、固定面から次第に離間するように湾曲する湾曲部を有する第一又は第二の態様の衝撃吸収部材である。

【0015】

この態様によれば、当接面が湾曲する湾曲部を有することから、支持部は管軸に交差する斜めの方向から複合材管を支持する。その結果、例えば管軸に交差する方向から衝撃が加わった場合に、複合材管にズレや脱離が生じる可能性をさらに低減することができる。加えて、支持部が管軸に交差する斜めの方向から複合材管を支持していることから、複合材

50

管に衝撃が加わった場合における当該複合材管の脆性破壊をさらに促すことができる。より具体的には、複合材管には、S p l a y i n g M o d eと呼ばれる破壊現象が生じる。S p l a y i n g M o d eでは、中空筒状体である複合材管3の端部で軸方向に生じた複数の亀裂を破壊起点として、複合材管が内周側に縮径するように破壊が進展する。これにより、複合材管は、衝撃をさらに効果的に吸収することができる。

【0016】

第五の態様の衝撃吸収部材は、前記当接面は、前記管軸に沿って延びるとともに、前記複合材管の内周面に当接している第一又は第二の態様の衝撃吸収部材である。

【0017】

この態様によれば、当接面が複合材管の内周面に当接する。このため、複合材管と支持治具との接触面が広がることで、複合材管に生じる応力を低減させ、複合材管の折れを低減できる。

10

【0018】

第六の態様の衝撃吸収部材は、前記当接面は、前記管軸に対する径方向外側から内側に向かうに従って、前記固定面から次第に離間するように湾曲する湾曲部を有する第五の態様の衝撃吸収部材である。

【0019】

この態様によれば、当接面が湾曲する湾曲部を有することから、支持部は管軸に交差する斜めの方向から複合材管を支持する。その結果、例えば管軸に交差する方向から衝撃が加わった場合に、複合材管にズレや脱離が生じる可能性をさらに低減することができる。加えて、支持部が管軸に交差する斜めの方向から複合材管を支持していることから、複合材管に衝撃が加わった場合における当該複合材管の脆性破壊をさらに促すことができる。

20

【0020】

第七の態様の衝撃吸収部材は、前記支持部は、前記当接面から前記複合材管に向かって突出し、前記管軸に対する径方向に延びるとともに、周方向に間隔をあけて配列された複数のリップを有している第一から第六の態様のいずれかの一態様の衝撃吸収部材である。

【0021】

この態様によれば、当接面にリップが形成されていることから、複合材管に衝撃が加わった場合、リップと複合材管との間で大きな応力集中が生じる。応力集中が生じることによって、当該部分を破壊起点とする脆性破壊が生じやすくなる。さらに、リップは周方向に間隔をあけて複数配列されていることから、複合材管にはS p l a y i n g M o d eでの脆性破壊が生じやすくなる。これにより、複合材管は、衝撃をさらに効果的に吸収することができる。

30

【0022】

第八の態様の衝撃吸収部材は、前記管軸の延びる方向における前記複合材管の端部を含む部分には、前記管軸に沿って延びるとともに、周方向に間隔をあけて配列された複数の切れ込み部が形成されている第一から第七の態様のいずれか一態様の衝撃吸収部材である。

【0023】

この態様によれば、複合材管の端部を含む部分に、管軸の延びる方向に延びる複数の切れ込み部が形成されている。これにより、当該切れ込み部を破壊起点とするS p l a y i n g M o d eでの脆性破壊が誘発されやすくなる。その結果、複合材管は、衝撃をさらに効果的に吸収することができる。

40

【0024】

第九の態様の緩衝体は、前記一对の固定面が形成されたケーシングと、前記固定面に配置された第一から第八のいずれか一態様の衝撃吸収部材と、を備える。

【0025】

この態様によれば、固定面の加工作業が軽減された緩衝体を得ることができる。

【0026】

第十の態様のキャスクは、被収容物を収容する輸送容器と、前記輸送容器に装着された第九の態様の緩衝体と、を備える。

50

【 0 0 2 7 】

この態様によれば、固定面の加工作業が軽減されたキャスクを得ることができる。

【 発明の効果 】

【 0 0 2 8 】

本発明によれば、固定面の加工作業を軽減できる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 2 9 】

【 図 1 】 本発明の第一実施形態に係るキャスクの構成を示す断面図である。

【 図 2 】 本発明の第一実施形態に係る衝撃吸収部材の構成を示す断面図である。

【 図 3 】 本発明の第二実施形態に係る衝撃吸収部材の構成を示す断面図である。

10

【 図 4 】 本発明の第二実施形態に係る衝撃吸収部材の変形例を示す図である。

【 図 5 】 本発明の第二実施形態に係る衝撃吸収部材の他の変形例を示す図である。

【 図 6 】 本発明の第二実施形態に係る衝撃吸収部材のさらなる他の変形例を示す図である。

【 図 7 】 本発明の第三実施形態に係る衝撃吸収部材の構成を示す断面図である。

【 図 8 】 本発明の第四実施形態に係る衝撃吸収部材の構成を示す断面図である。

【 図 9 】 本発明の第四実施形態に係る衝撃吸収部材の変形例を示す図である。

【 図 1 0 】 本発明の第五実施形態に係る衝撃吸収部材の構成を示す断面図である。

【 発明を実施するための形態 】

【 0 0 3 0 】

[第一実施形態]

20

本発明の第一実施形態について、図 1 と図 2 を参照して説明する。本実施形態に係るキャスク 1 0 0 は、例えば原子力発電所で生じた使用済み核燃料を輸送する際に用いられる容器である。具体的には図 1 に示すように、キャスク 1 0 0 は、輸送容器 2 と、この輸送容器 2 に装着された緩衝体 1 と、を備えている。

【 0 0 3 1 】

輸送容器 2 は、中心軸 A 1 を中心とする円柱形状をなしており、その内部には被收容物としての使用済み核燃料を收容する空間が形成されている。使用済み核燃料は、例えば燃料棒、又はペレット、又は燃料集合体の状態で收容されている。詳しくは図示しないが、輸送容器 2 は内側から外側にかけて多層構造をなしている。これにより、使用済み核燃料から放射される放射線が遮蔽されるとともに、その熱を外部へ放散することが可能となっている。

30

【 0 0 3 2 】

上記の輸送容器 2 の両端部（即ち、中心軸 A 1 方向における両側の端部）には、緩衝体 1 が 1 つずつ取り付けられている。緩衝体 1 は、輸送容器 2 を衝撃等の外力から保護するために取り付けられている。具体的には、緩衝体 1 は、ケーシング 1 0 と、衝撃吸収部材 2 0 と、を有している。なお、一对の緩衝体 1 は、輸送容器 2 に装着される方向及び姿勢を除いて互いに同等の構成を有していることから、以下では代表的に中心軸 A 1 方向における一方側の緩衝体 1 についてのみ説明する。

【 0 0 3 3 】

ケーシング 1 0 は、略円盤形状をなしており、その内部は空洞とされている。より具体的には、ケーシング 1 0 は中心軸 A 1 を中心とする円盤形状の第一端板 1 1 と、第一端板 1 1 と中心軸 A 1 方向から対向する第二端板 1 2 と、第一端板 1 1 と第二端板 1 2 とを中心軸 A 1 方向に接続する円筒形状の側板 1 3 と、を有している。第二端板 1 2 には、中心軸 A 1 方向一方側に向かって凹む凹部 1 4 が形成されている。この凹部 1 4 には輸送容器 2 の端部が嵌めこまれる。具体的には凹部 1 4 は、中心軸 A 1 を中心とする円盤形状の凹部底板 1 5 と、凹部底板 1 5 の外周縁から中心軸 A 1 方向他方側に向かって延びる筒形状の凹部側板 1 6 と、を有している。凹部底板 1 5 の径寸法は、第一端板 1 1、及び第二端板 1 2 の径寸法よりも小さく、望ましくは輸送容器 2 の外径と同一かわずかに大きい値に設定される。

40

【 0 0 3 4 】

50

以上のような構成により、ケーシング 10 内には、第一端板 11、側板 13 の一部、及び凹部底板 15 によって囲まれた円盤形状の第一空間 V1 と、第二端板 12、凹部側板 16、及び側板 13 の他の一部によって囲まれた円環形状の第二空間 V2 と、が形成されている。より具体的には、第一空間 V1 は、中心軸 A1 方向において凹部底板 15 よりも一方側に位置する領域であり、第二空間 V2 は、凹部底板 15 よりも他方側に位置する領域である。第一空間 V1 には、例えばスポンジやウレタン等の多孔質樹脂や、バルサ等の木材で形成された衝撃吸収体 90 が充填されている。一方で、第二空間 V2 には、衝撃吸収部材 20 が設けられている。衝撃吸収部材 20 は、第二空間 V2 内で中心軸 A1 方向、及び中心軸 A1 に対する周方向にそれぞれ間隔をあけて複数配列されている。

【0035】

側板内面 13A と凹部側板内面 16A とは、互いに対向する一对の固定面 S1 となっている。側板内面 13A と凹部側板内面 16A とは、衝撃吸収部材 20 を固定する固定面 S1 をなしている。

衝撃吸収部材 20 は、一对の固定面 S1 の間に配置されている。

【0036】

具体的には、衝撃吸収部材 20 は、側板 13 の内面（第二空間 V2 側を向く面：側板内面 13A）と、凹部側板 16 の内面（第二空間 V2 側を向く面：凹部側板内面 16A）とによって固定されている。即ち、これら側板内面 13A と凹部側板内面 16A は、衝撃吸収部材 20 を固定する固定面 S1 をなしている。

【0037】

続いて、図 2 を参照して衝撃吸収部材 20 の詳細な構成について説明する。同図に示すように、衝撃吸収部材 20 は、複合材管 3 と、支持治具 4 と、を備えている。複合材管 3 は、繊維と樹脂とを含む複合材料で形成された円管形状の部材である。複合材管 3 は、繊維強化樹脂によって形成されている。複合材管 3 は、例えば炭素繊維強化樹脂によって形成されている。複合材管 3 は、固定面 S1 に交差する方向である管軸 A2 に沿って延びている。本実施形態では、管軸 A2 は上記の中心軸 A1 に対する径方向に一致している。

【0038】

支持治具 4 は、複合材管 3 の端部を固定面 S1 に対して固定するために設けられている。支持治具 4 は、複合材管 3 の端部を支持する支持部 31 と、固定面 S1 に形成された孔部 H に挿入される突出部 32 と、を有している。

【0039】

支持治具 4 は、一对の固定面 S1 のうち少なくとも一方の固定面 S1 に配置されている。即ち、衝撃吸収部材 20 は、一对の固定面 S1 の間に配置されている。本実施形態では、支持治具 4 は、一对の固定面 S1 のうち、一方の固定面 S1 である凹部側板 16 の内面に配置されている。したがって、支持治具 4 は、複合材管 3 の両端部のうち、凹部側板内面 16A 側の端部を凹部側板内面 16A に対して固定されている。また、支持治具 4 は、側板内面 13A と凹部側板内面 16A との固定面 S1 のうち、凹部側板内面 16A の固定面 S1 に形成された孔部 H に挿入される。

【0040】

支持部 31 は、管軸 A2 に交差する面に沿って広がるとともに、管軸 A2 の延びる方向から複合材管 3 に当接する底部 31A と、底部 31A から管軸 A2 に沿って延びるとともに、複合材管 3 の外周面に当接する筒形状の筒状部 31B と、を有する。本実施形態において、底部 31A は、管軸 A2 を中心とする円形状を有する。また、筒状部 31B は、管軸 A2 を中心として底部 31A の外周縁から管軸 A2 方向に延びる円筒形状を有する。

【0041】

支持部 31 は、管軸 A2 に対する少なくとも径方向から、複合材管 3 に当接する当接面 S2 を有している。本実施形態では、管軸 A2 方向における底部 31A の両面のうち、複合材管 3 側を向く面（底部内面 5A）は、複合材管 3 の端面 3C（管軸 A2 方向を向く面）に当接している。

10

20

30

40

50

このため、筒状部 3 1 B の内周面（筒状部内周面 6 A）は、管軸 A 2 に対する径方向から、複合材管 3 の外周面に当接している。

これら底部内面 5 A、及び筒状部内周面 6 A は、複合材管 3 にそれぞれ当接することで当接面 S 2 を形成している。

【 0 0 4 2 】

突出部 3 2 は、管軸 A 2 方向における底部 3 1 A の両面のうち、固定面 S 1 側を向く面（底部外面 5 B）に設けられている。詳細には、突出部 3 2 は、底部外面 5 B の中心を通る部分（即ち、管軸 A 2 の位置）に設けられている。突出部 3 2 は、底部外面 5 B から管軸 A 2 に沿って固定面 S 1 側に延びている。突出部 3 2 は、管軸 A 2 を中心とする円柱形状をなしている。突出部 3 2 の径寸法は、複合材管 3 の外径よりも小さく、かつ孔部 H の内径と同一かわずかに小さい値に設定されている。突出部 3 2 が孔部 H に挿入された状態では、底部外面 5 B は凹部側板内面 1 6 A である固定面 S 1 に当接している。

10

【 0 0 4 3 】

他方、本実施形態では、複合材管 3 の両端部のうち、側板内面 1 3 A 側の端部は、側板内面 1 3 A に対して当接することにより、側板内面 1 3 A に固定されている。

【 0 0 4 4 】

このような支持治具 4 が、管軸 A 2 方向における凹部側板内面 1 6 A 側に設けられるとともに、管軸 A 2 方向における側板内面 1 3 A 側に当接することで、複合材管 3 は固定面 S 1 同士の間で固定されている。

【 0 0 4 5 】

次に、本実施形態に係る衝撃吸収部材 2 0、緩衝体 1、及びキャスク 1 0 0 の作用について説明する。使用済み核燃料を収容したキャスク 1 0 0 を施設間で運搬する際には、上記の緩衝体 1 によって輸送容器 2 に対する衝撃をできるだけ緩和する必要がある。

20

【 0 0 4 6 】

より具体的には、緩衝体 1 に衝撃が加わった場合、緩衝体 1 のケーシング 1 0 を通じて内部の衝撃吸収体 9 0、又は衝撃吸収部材 2 0 に衝撃が伝播され、吸収される。衝撃吸収体 9 0 は、ケーシング 1 0 に対する中心軸 A 1 方向からの衝撃を主に吸収する。衝撃吸収部材 2 0 は、ケーシング 1 0 に対する径方向からの衝撃を主に吸収する。より詳細には、衝撃吸収部材 2 0 の複合材管 3 が一對の固定面 S 1 によって管軸 A 2 方向両側から押しつぶされることで衝撃が吸収される。この時、複合材管 3 には、S p l a y i n g M o d e と呼ばれる脆性破壊が生じる。

30

S p l a y i n g M o d e と呼ばれる破壊現象が生じることで、複合材管 3 は、衝撃を吸収しやすくなる。

S p l a y i n g M o d e とは、複合材管の層間が剥離し、複合材管の内または / および外側に花が開くように、複合材管が破壊するモードを指す。

S p l a y i n g M o d e では、複合材管の端部で軸方向に延びる複数の亀裂を破壊起点として、複合材管 3 が外周側に広がるように、または / および複合材管 3 が内周側に縮径するように破壊が進展する。

本実施形態の S p l a y i n g M o d e では、中空筒状体である複合材管 3 の端部で軸方向に生じた複数の亀裂を破壊起点として、複合材管 3 が内周側に縮径するように破壊が進展する。その結果、他の破壊モードに比べて、衝撃をより効果的に吸収することができる。

40

さらに、本実施形態の場合、衝撃吸収部材 2 0 は、互いに対向する一對の固定面の間に配置されている。このため、一對の固定面 S 1 によって管軸 A 2 方向両側から押しつぶされることで、管軸 A 2 方向両側で S p l a y i n g M o d e が生じやすく、衝撃をより効果的に吸収することができる。さらに、一對の固定面 S 1 によって複合材管 3 を固定することができるため、複合材管 3 を安定して固定することができる。

【 0 0 4 7 】

ここで、複合材管 3 に対して、管軸 A 2 に交差する斜め方向から衝撃が加わった場合、複合材管 3 とケーシング 1 0 との接触面が狭くなってしまう場合がある。その結果、上記の

50

脆性破壊が誘発されず、十分に衝撃を吸収できない可能性がある。そこで、ケーシング 10 の内面に孔を形成し、この孔に複合材管 3 を挿入することで複合材管 3 とケーシング 10 との接触面が狭くなってしまうことを回避する構成を採ることも考えられる。しかし、ケーシング 10 の内面に孔を形成する場合、複合材管 3 の外径によっては、孔の内径が大きくなるためにケーシング 10 に対する加工コストの上昇を招いてしまう。また、大径の孔を多数形成することによって、ケーシング 10 自体の強度も低下してしまう可能性がある。

【0048】

そこで、本実施形態では、複合材管 3 を支持治具 4 によって固定面 S 1 に対して固定する構成を採っている。支持治具 4 は、孔部 H に突出部 3 2 を挿入することで、固定面 S 1 上で支持されている。これにより、孔部 H の内径を複合材管 3 の外径よりも小さくすることができる。

10

その結果、孔部 H の内径を小さくできることで、固定面の加工作業を軽減できる。固定面の加工作業を軽減されれば、例えば、孔部 H の内径を複合材管 3 の外径と同等にした場合に比べて加工コストが低減される。

【0049】

また、孔部 H の内径を小さくすることで、孔部 H を形成したことによるケーシング 10 の強度低下を最小限に抑えることができる。

【0050】

さらに、支持部 3 1 は、管軸 A 2 に対する少なくとも径方向から複合材管 3 に当接する当接面 S 2 を有している。したがって、複合材管 3 と支持治具 4 との接触面が広がることで、複合材管 3 に生じる応力を低減させ、複合材管 3 の折れを低減できる。

20

【0051】

加えて、上記の構成によれば、底部内面 5 A、及び筒状部内周面 6 A が当接面 S 2 をなしている。即ち、複合材管 3 は、複合材管 3 と支持治具 4 との接触面がさらに広がることで、複合材管 3 に生じる応力を低減させ、複合材管 3 の折れをさらに低減できる。

【0052】

以上、本発明の第一実施形態について説明した。なお、本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。

例えば、上記第一実施形態では、ケーシング 10 内における第二空間 V 2 のみに衝撃吸収部材 2 0 を配置した例について説明した。しかしながら、衝撃吸収部材 2 0 が配置される位置は上記に限定されず、例えば上記の第一空間 V 1 に衝撃吸収部材 2 0 を配置することも可能である。この場合、第一端板 1 1 の内面（第一空間 V 1 側を向く面）と、凹部底板 1 5 の内面（第一空間 V 1 側を向く面）とが、上記の固定面 S 1 とされる。

30

【0053】

また、本実施形態では、支持治具 4 は、複合材管 3 の両端部のうち、凹部側板内面 1 6 A 側の端部に設けられている。

変形例として、支持治具 4 は、複合材管 3 の両端部のうち、側板内面 1 3 A 側の端部に設けられてもよい。この場合、支持治具 4 は、側板内面 1 3 A と凹部側板内面 1 6 A との固定面 S 1 のうち、側板内面 1 3 A の固定面 S 1 に形成された孔部 H に挿入される。したがって、複合材管 3 の両端部のうち、側板内面 1 3 A 側の端部は、側板内面 1 3 A に固定される。また、複合材管 3 の両端部のうち、凹部側板内面 1 6 A 側の端部は、凹部側板内面 1 6 A に対して当接することにより、凹部側板内面 1 6 A に固定される。

40

他の変形例として、支持治具 4 は、複合材管 3 の両端部にそれぞれ設けられてもよい。

【0054】

また、本実施形態では、複合材管 3 の凹部側板内面 1 6 A 側の端部が、支持治具 4 により凹部側板内面 1 6 A に固定され、複合材管 3 の側板内面 1 3 A 側の端部が、側板内面 1 3 A に対して当接することにより、側板内面 1 3 A に固定されている。変形例として、複合材管 3 の側板内面 1 3 A 側の端部が、側板内面 1 3 A に対して当接することなく、複合材管 3 の凹部側板内面 1 6 A 側の端部だけが、支持治具 4 により凹部側板内面 1 6 A に固定

50

されていてもよい。

【 0 0 5 5 】

[第二実施形態]

続いて、本発明の第二実施形態について、図 3 を参照して説明する。なお、上記第一実施形態と同様の構成については同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。図 3 に示すように本実施形態では、支持治具 2 4 の支持部 2 3 1 が半球形状をなしている。より具体的には、支持部 2 3 1 の内面（当接面 S 2 1）は、管軸 A 2 を含む断面視において、管軸 A 2 に対する径方向内側から外側に向かうに従って、固定面 S 1 から次第に離間するように湾曲する湾曲部を有している。これにより、複合材管 3 の外周面は、当接面 S 2 1 に対して、管軸 A 2 方向、及び管軸 A 2 に対する径方向から当接した状態となる。

10

【 0 0 5 6 】

この構成によれば、当接面 S 2 1 が湾曲する湾曲部を有することから、支持部 2 3 1 は管軸 A 2 に交差する斜めの方向から複合材管 3 を支持する。その結果、例えば管軸 A 2 に交差する方向から衝撃が加わった場合に、複合材管 3 にズレや脱離が生じる可能性をさらに低減することができる。加えて、支持部 2 3 1 が管軸 A 2 に交差する斜めの方向から複合材管 3 を支持していることから、複合材管 3 に衝撃が加わった場合における当該複合材管 3 の脆性破壊をさらに促すことができる。より具体的には、複合材管 3 には、S p l a y i n g M o d e と呼ばれる破壊現象が生じる。S p l a y i n g M o d e では、中空状体である複合材管 3 の端部で軸方向に生じた複数の亀裂を破壊起点として、複合材管 3 が内周側に縮径するように破壊が進展する。これにより、複合材管 3 は、衝撃をさらに効果的に吸収することができる。

20

【 0 0 5 7 】

以上、本発明の第二実施形態について説明した。なお、本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。

例えば、上記第二実施形態では、ケーシング 1 0 内における第二空間 V 2 のみに衝撃吸収部材 2 0 を配置した例について説明した。しかしながら、衝撃吸収部材 2 0 が配置される位置は上記に限定されず、例えば上記の第一空間 V 1 に衝撃吸収部材 2 0 を配置することも可能である。この場合、第一端板 1 1 の内面（第一空間 V 1 側を向く面）と、凹部底板 1 5 の内面（第一空間 V 1 側を向く面）とが、上記の固定面 S 1 とされる。

【 0 0 5 8 】

支持治具 2 4 は、第一実施形態と同様に、複合材管 3 の両端部のうち、凹部側板内面 1 6 A 側の端部に設けられてもよい。また、支持治具 2 4 は、第一実施形態の変形例と同様に、複合材管 3 の両端部のうち、側板内面 1 3 A 側の端部に設けられてもよい。さらに、支持治具 2 4 は、第一実施形態の他の変形例と同様に、複合材管 3 の両端部にそれぞれ設けられてもよい。

30

【 0 0 5 9 】

また、図 4、図 5、及び図 6 に示す構成を採ることも可能である。

図 4 の例では、変形例として、当接面 S 2 1 に複数のリブ 6 が設けられている。各リブ 6 は、当接面 S 2 1 から複合材管 3 に向かって突出し、かつ管軸 A 2 に対する径方向に延びている。リブ 6 は、管軸 A 2 に対する周方向に間隔をあけて複数配列されている。この構成によれば、複合材管 3 に衝撃が加わった場合、リブ 6 と複合材管 3 との間で大きな応力集中が生じる。応力集中が生じることによって、当該部分を破壊起点とする脆性破壊が生じやすくなる。さらに、リブ 6 は周方向に間隔をあけて複数配列されていることから、複合材管 3 には S p l a y i n g M o d e での脆性破壊が生じやすくなる。これにより、複合材管 3 は、衝撃をさらに効果的に吸収することができる。

40

【 0 0 6 0 】

図 5 の例では、他の変形例として、管軸 A 2 の延びる方向における複合材管 3 の端部を含む部分に、管軸 A 2 に沿って延びる切れ込み部 7 が形成されている。切れ込み部 7 は、管軸 A 2 に対する周方向に間隔をあけて複数形成されている。この構成によれば、切れ込み部 7 が形成されていることにより、当該切れ込み部 7 を破壊起点とする S p l a y i n g

50

Modeでの脆性破壊が誘発されやすくなる。その結果、複合材管3は、衝撃をさらに効果的に吸収することができる。

【0061】

図6の例では、さらなる他の変形例として、支持部231は、上述の半球形状の支持部を複数接合した形状を有してもよい。この場合、支持部231は、複数の複合材管3を支持する。

具体的には、これら複数の複合材管3は、支持部231上で、管軸A2が通る位置、及び管軸A2に対する周方向に配列されている。複数の複合材管3は、互いに当接するように配列されている。即ち、管軸A2方向から見て、支持部231は、これら複数の複合材管3の輪郭に沿った内面形状を有している。このような構成によれば、1つの支持治具24によって複数の複合材管3が支持されるとともに固定されることから、固定面S1に形成される孔部Hの個数を削減することができる。その結果、孔部Hを多数形成した場合に比べて、固定面の加工作業をより軽減できる。また、孔部Hを多数形成した場合に比べて、ケーシング10の強度低下を抑制することができる。

本変形例では、管軸A2方向から見て、支持部231は、複数の複合材管3の輪郭に沿った内面形状を有しているが、管軸A2方向から見た内面形状はどのような形状でもよい。例えば、管軸A2方向から見た内面形状は、複数の複合材管3を囲む外接円でもよいし、複数の複合材管3を囲む外接多角形でもよい。

【0062】

[第三実施形態]

続いて、本発明の第三実施形態について、図7を参照して説明する。なお、上記の各実施形態と同様の構成については同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。図7に示すように、本実施形態では支持治具34の支持部331が、複合材管3の外周側ではなく内周側にはめ込まれている。支持部331は、管軸A2を中心とする円柱形状をなしている。支持部331の外周面(当接面S22)は、複合材管3の内周面に径方向内側から当接している。さらに、複合材管3の端面3C(管軸A2方向を向く面)は固定面S1に当接している。

【0063】

この構成によれば、当接面S22が複合材管3の内周面に径方向から当接し、固定面S1が複合材管3の端面に当接している。このため、複合材管3と支持治具34との接触面が広がることで、複合材管3に生じる応力を低減させ、複合材管の折れを低減できる。

【0064】

以上、本発明の第三実施形態について説明した。なお、本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。

例えば、上記第三実施形態では、ケーシング10内における第二空間V2のみに衝撃吸収部材20を配置した例について説明した。しかしながら、衝撃吸収部材20が配置される位置は上記に限定されず、例えば上記の第一空間V1に衝撃吸収部材20を配置することも可能である。この場合、第一端板11の内面(第一空間V1側を向く面)と、凹部底板15の内面(第一空間V1側を向く面)とが、上記の固定面S1とされる。

【0065】

支持治具34は、第一実施形態と同様に、複合材管3の両端部のうち、凹部側板内面16A側の端部に設けられてもよい。また、支持治具34は、第一実施形態の変形例と同様に、複合材管3の両端部のうち、側板内面13A側の端部に設けられてもよい。さらに、支持治具34は、第一実施形態の他の変形例と同様に、複合材管3の両端部にそれぞれ設けられてもよい。

【0066】

また、第一実施形態の変形例と同様に、側板内面13Aに対して当接することなく、複合材管3の凹部側板内面16A側の端部だけが、支持治具34により凹部側板内面16Aに固定されていてもよい。

【0067】

10

20

30

40

50

[第四実施形態]

続いて、本発明の第四実施形態について、図 8 を参照して説明する。なお、上記の各実施形態と同様の構成については同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。図 8 に示すように、本実施形態では支持治具 4 4 の支持部 4 3 1 が、管軸 A 2 に沿って固定面 S 1 側から複合材管 3 側に向かって尖頭状に突出している。支持部 4 3 1 の先端面（当接面 S 2 3）は、管軸 A 2 に対する径方向外側から内側に向かうに従って、固定面 S 1 から次第に離間するように湾曲する湾曲部を有する。これにより、複合材管 3 の内周面は、当接面 S 2 3 に対して、管軸 A 2 方向、及び管軸 A 2 に対する径方向から当接した状態となる。

【 0 0 6 8 】

この構成によれば、当接面 S 2 3 が湾曲する湾曲部を有することから、支持部 4 3 1 は管軸 A 2 に交差する斜めの方向から複合材管 3 を支持する。その結果、例えば管軸 A 2 に交差する方向から衝撃が加わった場合に、複合材管 3 にズレや脱離が生じる可能性をさらに低減することができる。加えて、支持部 4 3 1 が管軸 A 2 に交差する斜めの方向から複合材管 3 を支持していることから、複合材管 3 に衝撃が加わった場合における当該複合材管 3 の脆性破壊をさらに促すことができる。

10

【 0 0 6 9 】

以上、本発明の第四実施形態について説明した。なお、本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。

例えば、上記第四実施形態では、ケーシング 1 0 内における第二空間 V 2 のみに衝撃吸収部材 2 0 を配置した例について説明した。しかしながら、衝撃吸収部材 2 0 が配置される位置は上記に限定されず、例えば上記の第一空間 V 1 に衝撃吸収部材 2 0 を配置することも可能である。この場合、第一端板 1 1 の内面（第一空間 V 1 側を向く面）と、凹部底板 1 5 の内面（第一空間 V 1 側を向く面）とが、上記の固定面 S 1 とされる。

20

【 0 0 7 0 】

支持治具 4 4 は、第一実施形態と同様に、複合材管 3 の両端部のうち、凹部側板内面 1 6 A 側の端部に設けられてもよい。また、支持治具 4 4 は、第一実施形態の変形例と同様に、複合材管 3 の両端部のうち、側板内面 1 3 A 側の端部に設けられてもよい。さらに、支持治具 4 4 は、第一実施形態の他の変形例と同様に、複合材管 3 の両端部にそれぞれ設けられてもよい。

【 0 0 7 1 】

また、他の変形例として、図 9 に示す構成を採ることも可能である。図 9 の例では、当接面 S 2 3 に複数のリブ 2 6 が設けられている。各リブ 2 6 は、当接面 S 2 3 から複合材管 3 に向かって突出し、かつ管軸 A 2 に対する径方向に延びている。このようリブ 2 6 が、管軸 A 2 に対する周方向に間隔をあけて複数配列されている。この構成によれば、複合材管 3 に衝撃が加わった場合、リブ 2 6 と複合材管 3 との間で大きな応力集中が生じる。応力集中が生じることによって、当該部分を破壊起点とする脆性破壊が生じやすくなる。さらに、リブ 2 6 は周方向に間隔をあけて複数配列されていることから、複合材管 3 には *Sp l a y i n g M o d e* での脆性破壊が生じやすくなる。これにより、複合材管 3 は、衝撃をさらに効果的に吸収することができる。

30

【 0 0 7 2 】

さらに、上記第二実施形態で説明した切れ込み部 7（図 5 参照）を複合材管 3 に形成することも可能である。この構成によれば、切れ込み部 7 が形成されていることにより、当該切れ込み部 7 を破壊起点とする *Sp l a y i n g M o d e* での脆性破壊が誘発されやすくなる。その結果、複合材管 3 は、衝撃をさらに効果的に吸収することができる。

40

【 0 0 7 3 】

[第五実施形態]

続いて、本発明の第五実施形態について、図 1 0 を参照して説明する。なお、上記の各実施形態と同様の構成については同一の符号を付し、詳細な説明を省略する。

本実施形態では、支持治具 5 4 は、複合材管 3 の端部を支持する支持部 5 3 1 と、固定面 S 1 に形成された孔部 H に挿入される突出部 5 3 2 と、を有している。

50

支持部 5 3 1 は、管軸 A 2 方向から見て三角形断面の柱 5 3 1 P を複数有する。複数の柱 5 3 1 P は、管軸 A 2 方向に延びている。

支持部 5 3 1 は、複数の複合材管 3 を支持する。

すなわち、支持治具 5 4 では、1 つの突出部 5 3 2 に対し、複数の柱 5 3 1 P が形成されている。

【 0 0 7 4 】

図 1 0 の例のように、支持部 5 3 1 は、管軸 A 2 に交差する面に沿って広がるとともに、管軸 A 2 の延びる方向から複合材管 3 に当接する底部 5 3 1 A と、をさらに有してもよい。本実施形態では、管軸 A 2 方向における底部 5 3 1 A の両面のうち、複合材管 3 側を向く面（底部内面 5 5 A ）は、複合材管 3 の端面 3 C （管軸 A 2 方向を向く面）に当接している。

10

各柱 5 3 1 P の外周面 5 6 A は、管軸 A 2 に対する径方向から、複数の複合材管 3 のうちいずれかの複合材管 3 の外周面に当接している。

これら底部内面 5 5 A 、及び柱 5 3 1 P の外周面 5 6 A は、複合材管 3 にそれぞれ当接することで当接面 S 3 3 を形成している。

なお、図 1 0 は、管軸 A 2 方向を向く支持治具 5 4 の断面を、底部内面 5 5 A 側から見た図である。

【 0 0 7 5 】

図 1 0 の例のように、支持治具 5 4 の支持部 5 3 1 は、複数の三角形断面の柱 5 3 1 P として、第一柱 5 3 1 D 、第二柱 5 3 1 E 、及び第三 5 3 1 F の 3 本の柱を有してもよい。第一柱 5 3 1 D 、第二柱 5 3 1 E 、及び第三 5 3 1 F の各柱は、底部 5 3 1 A の両面のうち、複合材管 3 側を向く面（底部内面 5 5 A ）から管軸 A 2 方向に延びている。

20

【 0 0 7 6 】

図 1 0 の例では、支持部 5 3 1 は、6 本の複合材管 3 を支持する。

具体的には、6 本の複合材管 3 は、支持部 5 3 1 上で、管軸 A 2 が通る位置に 1 本の複合材管 3 、及び管軸 A 2 に対する周方向に 5 本の複合材管 3 が配列されている。6 本の複合材管 3 は、互いに当接するように配列されている。このとき、管軸 A 2 方向から見て、管軸 A 2 が通る位置に配置されている 1 本の複合材管 3 と、管軸 A 2 に対する周方向に配置されている 5 本の複合材管 3 と、の間には、管軸 A 2 に対する周方向に並ぶ三角形断面の隙間 S P が複数形成されている。

30

複数の隙間 S P は、管軸 A 2 方向にそれぞれ延びている。

本実施形態では、複数の隙間 S P として、管軸 A 2 に対する周方向に向かって順に、第一隙間 S P 1 、第二隙間 S P 2 、第三隙間 S P 3 、第四隙間 S P 4 、第五隙間 S P 5 、第六隙間 S P 6 が形成されている。

【 0 0 7 7 】

図 1 0 の例のように、第一柱 5 3 1 D 、第二柱 5 3 1 E 、及び第三柱 5 3 1 F の各柱は、6 つの三角形断面の隙間 S P に対し、管軸 A 2 に対する周方向に向かって、一つ置きに設けられてもよい。

図 1 0 の例では、第一隙間 S P 1 に第一柱 5 3 1 D が、第三隙間 S P 3 に第二柱 5 3 1 E が、第五隙間 S P 5 に第三柱 5 3 1 F が、それぞれ設けられている。

40

図 1 0 の例によれば、第一柱 5 3 1 D 、第二柱 5 3 1 E 、及び第三 5 3 1 F の各柱の外周面 5 6 A は、管軸 A 2 に対する少なくとも径方向から複合材管に当接する。

【 0 0 7 8 】

本実施形態では、支持治具 5 4 は、孔部 H に突出部 5 3 2 を挿入することで、固定面 S 1 上で支持されている。これにより、孔部 H の内径を複合材管 3 の外径よりも小さくすることができる。

その結果、孔部 H の内径を小さくできることで、固定面の加工作業を軽減できる。

固定面の加工作業を軽減されれば、例えば、孔部 H の内径を複合材管 3 の外径と同等にした場合に比べて加工コストが低減される。

【 0 0 7 9 】

50

また、孔部Hの内径を小さくすることで、孔部Hを形成したことによるケーシング10の強度低下を最小限に抑えることができる。

【0080】

また、支持部531は、管軸A2に対する少なくとも径方向から複合材管3に当接する当接面S33を有している。したがって、複合材管3と支持治具54との接触面が広がることで、複合材管3に生じる応力を低減させ、複合材管3の折れを低減できる。

【0081】

さらに、本実施形態によれば、複数の複合材管3を設置することを想定し、必要な支持治具を低減できる。

本実施形態によれば、1つの支持治具54によって、複数の複合材管3が支持されるとともに固定されることから、固定面S1に形成される孔部Hの個数を削減することができる。その結果、孔部Hを多数形成した場合に比べて、固定面の加工作業をより軽減できる。また、孔部Hを多数形成した場合に比べて、ケーシング10の強度低下を抑制することができる。

さらに、本実施形態では、複数の複合材管3を設置した際に、支持治具54（もしくは支持治具54の側壁）を少なくすることができ、単位面積当たりの複合材管3の設置数を増加させることができる。

【0082】

以上、本発明の第五実施形態について説明した。なお、本発明の要旨を逸脱しない限りにおいて、上記の構成に種々の変更や改修を施すことが可能である。

例えば、上記第五実施形態では、ケーシング10内における第二空間V2のみに衝撃吸収部材20を配置した例について説明した。しかしながら、衝撃吸収部材20が配置される位置は上記に限定されず、例えば上記の第一空間V1に衝撃吸収部材20を配置することも可能である。この場合、第一端板11の内面（第一空間V1側を向く面）と、凹部底板15の内面（第一空間V1側を向く面）とが、上記の固定面S1とされる。

【0083】

支持治具54は、第一実施形態と同様に、複合材管3の両端部のうち、凹部側板内面16A側の端部に設けられてもよい。また、支持治具54は、第一実施形態の変形例と同様に、複合材管3の両端部のうち、側板内面13A側の端部に設けられてもよい。さらに、支持治具54は、第一実施形態の他の変形例と同様に、複合材管3の両端部にそれぞれ設けられてもよい。

【0084】

さらに、上記第二実施形態で説明した切れ込み部7（図5参照）を複合材管3に形成することも可能である。この構成によれば、切れ込み部7が形成されていることにより、当該切れ込み部7を破壊起点とするSplaying Modeでの脆性破壊が誘発されやすくなる。その結果、複合材管3は、衝撃をさらに効果的に吸収することができる。

【0085】

図10の例では、管軸A2方向から見て、底部531Aの外周は、複数の複合材管3を囲む外接円となっているが、底部531Aの外周形状は、どのような形状であってもよく、底部531Aの外周のサイズは、どのようなサイズであってもよい。

例えば、管軸A2方向から見て、底部531Aの外周は、複数の複合材管3を囲む外接多角形でもよい。

例えば、管軸A2方向から見て、底部531Aの外周は、複数の複合材管3を囲む外接円より大きくてもよいし、小さくてもよい。複数の複合材管3を囲む外接円より小さければ、複数の支持治具54をより多く並べることができる。

【0086】

以上、本発明のいくつかの実施形態を説明したが、これらの実施形態は、例として提示したものであり、発明の範囲を限定することは意図していない。これら実施形態は、その他の様々な形態で実施されることが可能であり、発明の要旨を逸脱しない範囲で種々の省略、置き換え、変更を行うことができる。これら実施形態やその変形は、発明の範囲や要旨

10

20

30

40

50

に含まれると同様に、特許請求の範囲に記載された発明とその均等の範囲に含まれるものとする。

【符号の説明】

【 0 0 8 7 】

1 ... 緩衝体	
2 ... 輸送容器	
3 ... 複合材管	
3 C ... 端面	
4 ... 支持治具	
5 A ... 底部内面	10
5 B ... 底部外面	
6 ... リブ	
6 A ... 筒状部内周面	
7 ... 切れ込み部	
1 0 ... ケーシング	
1 1 ... 第一端板	
1 2 ... 第二端板	
1 3 ... 側板	
1 3 A ... 側板内面	
1 4 ... 凹部	20
1 5 ... 凹部底板	
1 6 ... 凹部側板	
1 6 A ... 凹部側板内面	
2 0 ... 衝撃吸収部材	
2 4 ... 支持治具	
2 6 ... リブ	
3 1 ... 支持部	
3 1 A ... 底部	
3 1 B ... 筒状部	
3 2 ... 突出部	30
3 4 ... 支持治具	
4 4 ... 支持治具	
5 4 ... 支持治具	
5 5 A ... 底部内面	
5 6 A ... 外周面	
9 0 ... 衝撃吸収体	
1 0 0 ... キャスク	
2 3 1 ... 支持部	
3 3 1 ... 支持部	
4 3 1 ... 支持部	40
5 3 1 ... 支持部	
5 3 1 A ... 底部	
5 3 1 D ... 第一柱	
5 3 1 E ... 第二柱	
5 3 1 F ... 第三柱	
5 3 1 P ... 柱	
5 3 2 ... 突出部	
A 1 ... 中心軸	
A 2 ... 管軸	
H ... 孔部	50

- S 1 ... 固定面
- S 2 ... 当接面
- S 2 1 ... 当接面
- S 2 2 ... 当接面
- S 2 3 ... 当接面
- S 3 3 ... 当接面
- S P ... 隙間
- S P 1 ... 第一隙間
- S P 2 ... 第二隙間
- S P 3 ... 第三隙間
- S P 4 ... 第四隙間
- S P 5 ... 第五隙間
- S P 6 ... 第六隙間
- V 1 ... 第一空間
- V 2 ... 第二空間

【図面】

【図 1】

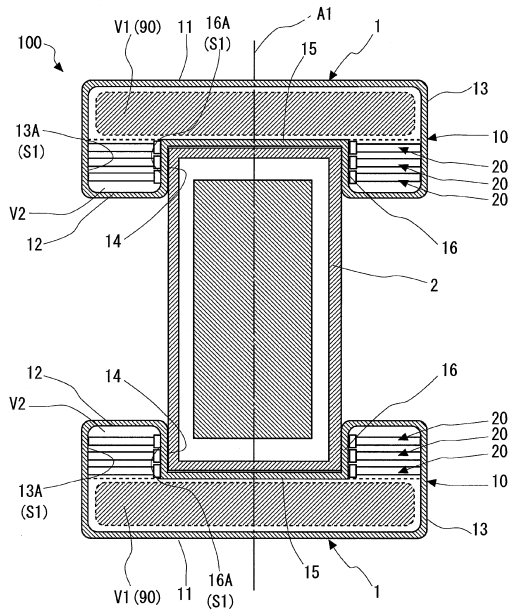


図 1

【図 2】

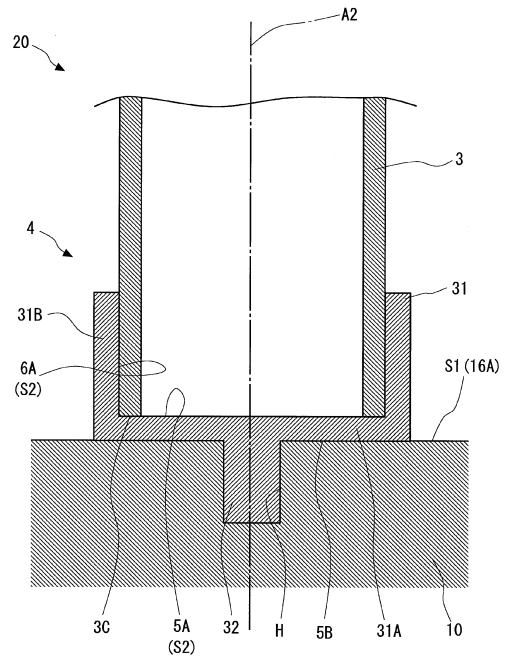


図 2

10

20

30

40

50

【 図 3 】

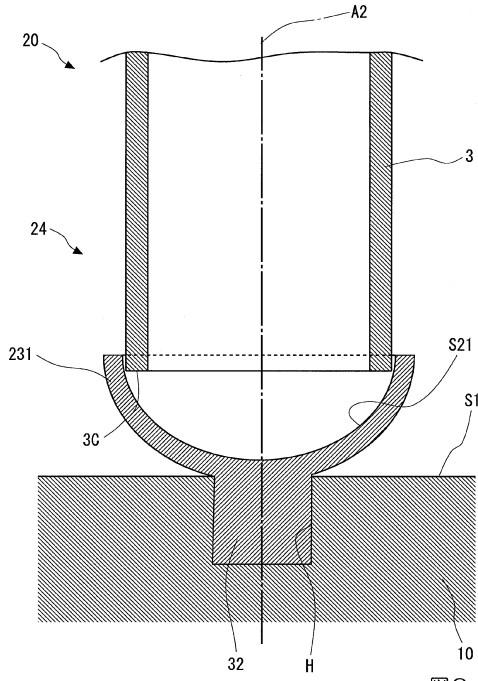


図 3

【 図 4 】

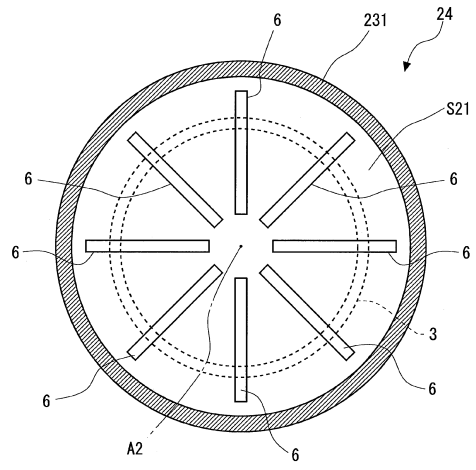


図 4

【 図 5 】

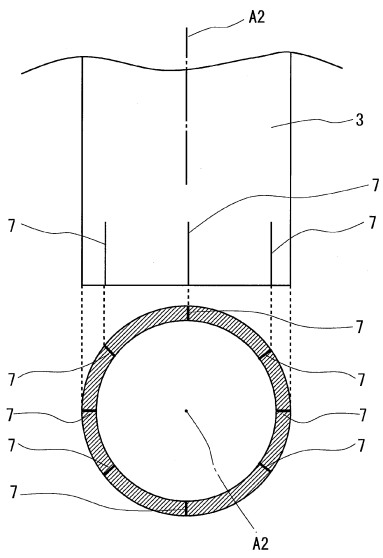


図 5

【 図 6 】

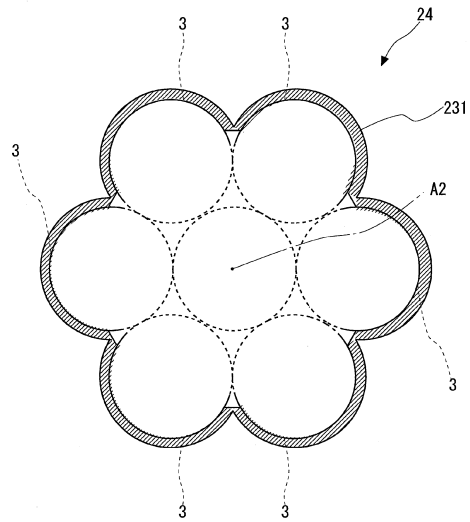


図 6

10

20

30

40

50

【 図 7 】

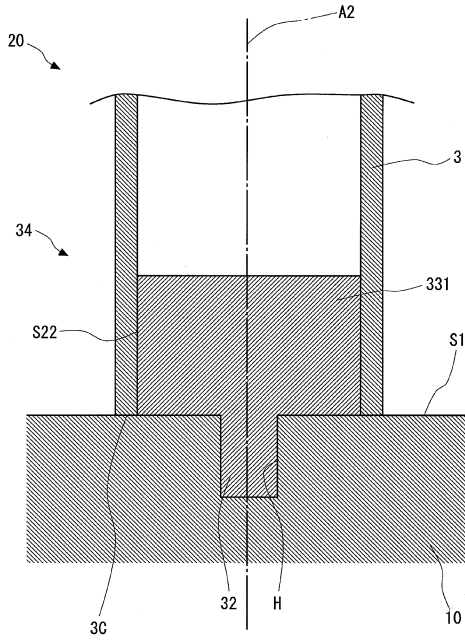


図 7

【 図 8 】

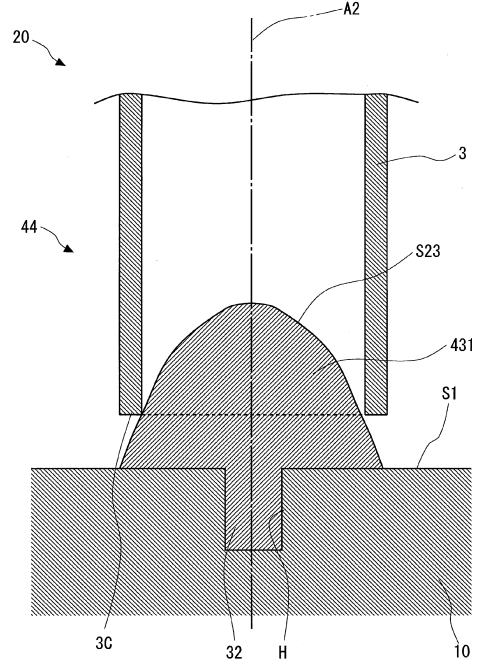


図 8

【 図 9 】

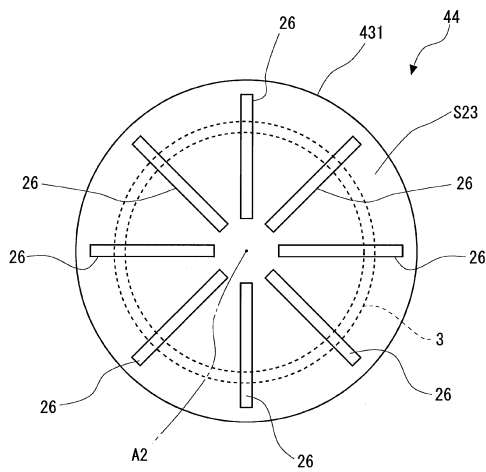


図 9

【 図 10 】

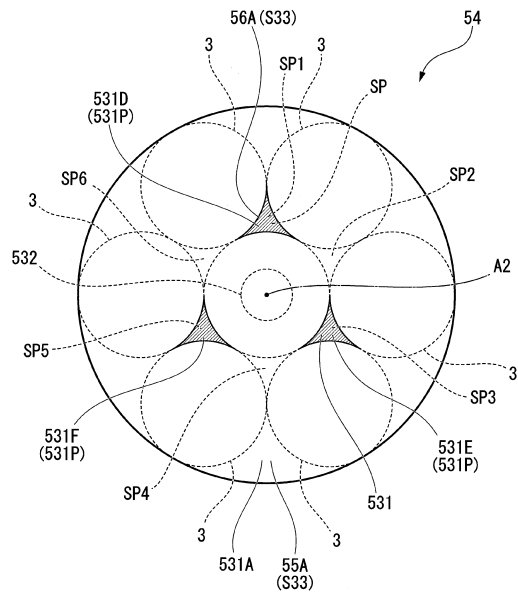


図 10

10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (72)発明者 阿部 健一郎
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 林 宣也
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 寺田 愉考
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 野間 一希
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 丸山 勇治
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 三井 秀晃
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 北田 明夫
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 前口 貴治
東京都港区港南二丁目16番5号 三菱重工業株式会社内
- 審査官 杉山 豊博
- (56)参考文献 国際公開第2017/179187(WO, A1)
特開2008-233098(JP, A)
特開2017-114564(JP, A)
- (58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)
F16F 7/12
F16F 7/00
G21F 5/08
G21C 19/32
G21F 9/36