

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号

特許第7032909号

(P7032909)

(45)発行日 令和4年3月9日(2022.3.9)

(24)登録日 令和4年3月1日(2022.3.1)

(51)国際特許分類

F I

B 3 1 D 3/04 (2006.01)

B 3 1 D 3/04

F 1 6 F 7/00 (2006.01)

F 1 6 F 7/00

B

F 1 6 F 7/12 (2006.01)

F 1 6 F 7/12

G 2 1 F 9/36 (2006.01)

G 2 1 F 9/36

5 0 1 G

G 2 1 C 19/32 (2006.01)

G 2 1 F 9/36

5 0 1 J

請求項の数 25 (全28頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2017-207061(P2017-207061)

(22)出願日 平成29年10月26日(2017.10.26)

(65)公開番号 特開2019-77128(P2019-77128A)

(43)公開日 令和1年5月23日(2019.5.23)

審査請求日 令和2年7月20日(2020.7.20)

(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、緩衝体、キャスク並びに緩衝体の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

連続した強化繊維と樹脂とを含有する複合材料で構成され、管軸方向に延びる管形状を有する複合材管を備え、

前記複合材管の端面が、前記複合材管の管周方向に向かって並び、前記管軸方向に凹である複数の谷を有し、

前記複合材管の端面が、前記管周方向に向かって隣り合って並び前記複数の谷の間に、前記管軸方向に凸である複数の山を有し、

前記複数の谷及び前記複数の山は、いずれもV字形状を有する衝撃吸収部材。

【請求項2】

前記複合材管が、管径方向に前記強化繊維が積層されて構成され、

前記強化繊維の配向方向が、軸方向寄与率と周方向寄与率との和を100%としたときに、軸方向寄与率が20%～90%であるように構成され、

前記管軸方向と垂直な断面における前記複合材管の空孔率が40%～87%であり、

前記複合材管が、前記強化繊維として、前記管軸方向に対する配向方向が -20° ～ $+20^{\circ}$ の第一強化繊維を20%～90%を有すると共に、前記管軸方向に対する配向方向が $+70^{\circ}$ ～ $+110^{\circ}$ の第二強化繊維を10%～80%有している請求項1に記載の衝撃吸収部材。

【請求項3】

前記複合材管が、管径方向外側から順に、それぞれ同一積層層である外層、中間層及び内

層を備え、

前記外層及び前記内層が、それぞれ前記第二強化繊維を有する層である請求項 2 に記載の衝撃吸収部材。

【請求項 4】

前記強化繊維の配向方向が、軸方向寄与率と周方向寄与率との和を 100%としたときに、軸方向寄与率が 20%～90%であるように構成され、

前記管軸方向と垂直な断面における前記複合材管の空孔率が 40%～87%である請求項 1 に記載の衝撃吸収部材。

【請求項 5】

前記軸方向寄与率が、50%～70%である請求項 2～請求項 4 のいずれか一項に記載の衝撃吸収部材。

10

【請求項 6】

前記複合材管が前記端面を覆うキャップをさらに備える請求項 1～請求項 5 のいずれか一項に記載の衝撃吸収部材。

【請求項 7】

連続した強化繊維と樹脂とを含有する複合材料で構成され、管軸方向に延びる管形状を有する複合材管を備え、

前記複合材管の端面が、前記複合材管の管周方向に向かって並び、前記管軸方向に凹である複数の谷を有し、

前記複合材管が前記端面を覆うキャップをさらに備え、

20

前記キャップが球面の一部の形状を有する衝撃吸収部材。

【請求項 8】

前記複合材管の周囲に衝撃吸収補助部材をさらに備える請求項 1～請求項 7 のいずれか一項に記載の衝撃吸収部材。

【請求項 9】

前記衝撃吸収補助部材が、空隙率 40%～95%の多孔質体である請求項 8 に記載の衝撃吸収部材。

【請求項 10】

前記複合材管の根元が固定される基部をさらに備え、

前記基部に対し、前記管軸方向が垂下可能なように、前記根元が固定されている請求項 1～請求項 9 のいずれか一項に記載の衝撃吸収部材。

30

【請求項 11】

請求項 1～請求項 10 のいずれか一項に記載の衝撃吸収部材が、

前記複合材管が複数まとまって同様の方向に配列されることで構成されている緩衝体。

【請求項 12】

前記衝撃吸収部材が、環状をなし、

前記衝撃吸収部材の中心軸線の径方向に延びる姿勢で、前記複合材管が前記中心軸線の周方向に配列される請求項 11 に記載の緩衝体。

【請求項 13】

衝撃吸収部材を備え、

40

前記衝撃吸収部材が、連続した強化繊維と樹脂とを含有する複合材料で構成され、管軸方向に延びる管形状を有する複合材管を備え、

前記複合材管の端面が、前記複合材管の管周方向に向かって並び、前記管軸方向に凹である複数の谷を有し、

前記衝撃吸収部材が、前記複合材管が複数まとまって同様の方向に配列されることで構成され、

前記衝撃吸収部材が、環状をなし、

前記衝撃吸収部材の中心軸線の径方向に延びる姿勢で、前記複合材管が前記中心軸線の周方向に配列され、

前記衝撃吸収部材が、複数のブロック体から構成されており、

50

前記ブロック体は、複数の前記複合材管が平行に束ねられたものを含んで構成されている緩衝体。

【請求項 14】

前記複数のブロック体が、前記中心軸線の周方向に配列されている請求項 13 に記載の緩衝体。

【請求項 15】

衝撃吸収部材を備え、

前記衝撃吸収部材が、連続した強化繊維と樹脂とを含有する複合材料で構成され、管軸方向に伸びる管形状を有する複合材管を備え、

前記複合材管の端面が、前記複合材管の管周方向に向かって並び、前記管軸方向に凹である複数の谷を有し、

前記衝撃吸収部材が、前記複合材管が複数まとまって同様の方向に配列されることで構成され、

前記衝撃吸収部材が、環状をなし、

前記衝撃吸収部材の中心軸線の径方向に伸びる姿勢で、前記複合材管が前記中心軸線の周方向に配列され、

前記衝撃吸収部材が、前記中心軸線の周方向に配列された複数のブロック体を前記中心軸線に沿って複数層を積層させることで構成されており、

互いに積層された前記ブロック体同士は、前記複合材管の姿勢が互いに異なる緩衝体。

【請求項 16】

互いに積層された前記ブロック体同士において、前記中心軸線の周方向の端部が、互いにずれている請求項 15 に記載の緩衝体。

【請求項 17】

衝撃吸収部材を備え、

前記衝撃吸収部材が、連続した強化繊維と樹脂とを含有する複合材料で構成され、管軸方向に伸びる管形状を有する複合材管を備え、

前記複合材管の端面が、前記複合材管の管周方向に向かって並び、前記管軸方向に凹である複数の谷を有し、

前記衝撃吸収部材が、前記複合材管が複数まとまって同様の方向に配列されることで構成され、

前記衝撃吸収部材が、環状をなし、

前記衝撃吸収部材の中心軸線の径方向に伸びる姿勢で、前記複合材管が前記中心軸線の周方向に配列され、

前記衝撃吸収部材は、前記中心軸線の周方向に配列された複数のブロック体から構成されており、

前記ブロック体は、複数の前記複合材管を前記中心軸線の直交する平面状で束ねてなる層状構造体を、前記中心軸線に沿って複数層を積層させたものを含んで構成されており、

互いに積層された前記各層状構造体同士で、前記複合材管の姿勢が互いに異なる緩衝体。

【請求項 18】

互いに積層された前記層状構造体同士において、前記中心軸線の周方向の端部が、互いにずれている請求項 17 に記載の緩衝体。

【請求項 19】

前記ブロック体は、前記中心軸線の周方向の両端が、前記中心軸線の径方向に沿うように切り欠かれた形状をなしている請求項 14 ~ 請求項 18 のいずれか一項に記載の緩衝体。

【請求項 20】

前記ブロック体を構成する複数の前記複合材管が、互いに結合されている請求項 13 ~ 請求項 19 のいずれか一項に記載の緩衝体。

【請求項 21】

前記ブロック体を構成する複数の前記複合材管が埋め込まれることで、これら複合材管互いに平行をなすように束ねる被埋込部材をさらに備える請求項 13 ~ 請求項 20 のいずれ

10

20

30

40

50

か一項に記載の緩衝体。

【請求項 2 2】

前記ブロック体を荷重が付与される方向に積層されて構成されている請求項 1 3 ~ 請求項 2 1 のいずれか一項に記載の緩衝体。

【請求項 2 3】

前記ブロック体をずらして積層されて構成されている請求項 1 3 ~ 請求項 2 2 のいずれか一項に記載の緩衝体。

【請求項 2 4】

請求項 1 2 ~ 請求項 2 3 のいずれか一項に記載の緩衝体と、
内部に放射性物質を収容する前記中心軸線に沿って延びる筒状をなす輸送容器と、を備え、
前記輸送容器の端部の外周に前記緩衝体が装着されているキャスク。

10

【請求項 2 5】

連続した強化繊維と樹脂とを含有する複合材料で構成され、管軸方向に延びる管形状を有する複合材管であって、前記複合材管の端面が、前記複合材管の管周方向に向かって並び、前記管軸方向に凹である複数の谷を有する前記複合材管を作製する管製造工程と、前記管製造工程の後に、複数の前記複合材管を平行に束ねることで複数のブロック体を製造するブロック体製造工程と、
前記ブロック体製造工程の後に、前記ブロック体における複数の前記複合材管の配列方向の端部同士を互いに接続して組み立てる組み立て工程と、
を実施する緩衝体の製造方法。

20

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

本発明は、衝撃吸収部材、緩衝体、キャスク並びに緩衝体の製造方法に関する。

【背景技術】

【0 0 0 2】

衝撃エネルギーを吸収する衝撃吸収部材として、強化繊維と樹脂を含む複合材料で構成される衝撃吸収部材が知られている。

例えば、特許文献 1 には、衝撃吸収部材として、シート状の複合材料が開示されている。

【先行技術文献】

30

【特許文献】

【0 0 0 3】

【文献】特許第 4 1 1 8 2 6 4 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0 0 0 4】

特許文献 1 に開示された複合材料は、衝撃エネルギーを破壊エネルギーに変換することによって、衝撃を吸収している。

しかし、荷重によっては、複合材料が折損、座屈してしまい、衝撃エネルギーを破壊エネルギーに変換できないことがある。このため、特許文献 1 に開示された複合材料は、衝撃を吸収しにくくなることがある。

40

【0 0 0 5】

本発明は、衝撃エネルギーを吸収しやすい衝撃吸収部材、緩衝体、キャスク並びに緩衝体の製造方法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】

【0 0 0 6】

第 1 の態様の衝撃吸収部材は、連続した強化繊維と樹脂とを含有する複合材料で構成され、管軸方向に延びる管形状を有する複合材管を備え、前記複合材管の端面が、前記複合材管の管周方向に向かって並び、前記管軸方向に凹である複数の谷を有する。

【0 0 0 7】

50

本実施形態の衝撃吸収部材は、複合材管の管周方向に向かって並び、前記管軸方向に凹である複数の谷を有する。このため、複合材管の延在方向から該複合材管に衝撃が付与された場合には、複合材管は管軸方向に裂けながら、管径方向外側に広がる複数の破砕屑となりつつ、衝撃を吸収する破壊態様 (S p l a y i n g M o d e) を発現する。

S p l a y i n g M o d e が発現されると、複合材管に加わった荷重は、複数の亀裂を生むように、管周方向に分力される。

したがって、複合材管は、折損、座屈を抑制できるため、衝撃を吸収しやすい。

【 0 0 0 8 】

また、第 2 の態様の衝撃吸収部材は、前記複合材管が、管径方向に前記強化繊維が積層されて構成され、前記強化繊維の配向方向が、軸方向寄与率と周方向寄与率との和を 1 0 0 % としたときに、軸方向寄与率が 2 0 % ~ 9 0 % であるように構成され、前記管軸方向と垂直な断面における前記複合材管の空孔率が 4 0 % ~ 8 7 % であり、前記複合材管が、前記強化繊維として、前記管軸方向に対する配向方向が - 2 0 ° ~ + 2 0 ° の第一強化繊維を 2 0 % ~ 9 0 % を有すると共に、前記管軸方向に対する配向方向が + 7 0 ° ~ + 1 1 0 ° の第二強化繊維を 1 0 % ~ 8 0 % 有している第 1 の態様の衝撃吸収部材である。

【 0 0 0 9 】

また、第 3 の態様の衝撃吸収部材は、前記複合材管が、管径方向外側から順に、それぞれ同一積層層である外層、中間層及び内層を備え、前記外層及び前記内層が、それぞれ前記第二強化繊維を有する層である第 2 の態様の衝撃吸収部材である。

【 0 0 1 0 】

また、第 4 の態様の衝撃吸収部材は、前期強化繊維の配向方向が、軸方向寄与率と周方向寄与率との和を 1 0 0 % としたときに、軸方向寄与率が 2 0 % ~ 9 0 % であるように構成され、前記管軸方向と垂直な断面における前記複合材管の空孔率が 4 0 % ~ 8 7 % である第 1 の態様の衝撃吸収部材である。

【 0 0 1 1 】

また、第 5 の態様の衝撃吸収部材は、前記軸方向寄与率が、5 0 % ~ 7 0 % である第 2 ~ 第 4 のいずれかの態様の衝撃吸収部材である。

【 0 0 1 2 】

また、第 6 の態様の衝撃吸収部材は、前記複合材管が前記端面を覆うキャップをさらに備える第 1 ~ 第 5 のいずれかの態様の衝撃吸収部材である。

【 0 0 1 3 】

また、第 7 の態様の衝撃吸収部材は、前記キャップが球面の一部の形状を有する第 6 の態様の衝撃吸収部材である。

【 0 0 1 4 】

また、第 8 の態様の衝撃吸収部材は、前記複合材管の周囲に衝撃吸収補助部材をさらに備える第 1 ~ 第 7 のいずれかの態様の衝撃吸収部材である。

【 0 0 1 5 】

また、第 9 の態様の衝撃吸収部材は、前記衝撃吸収補助部材が、空隙率 4 0 % ~ 9 5 % の多孔質体である第 8 の態様の衝撃吸収部材である。

【 0 0 1 6 】

また、第 1 0 の態様の衝撃吸収部材は、前記複合材管の根元が固定される基部をさらに備え、前記基部に対し、前記管軸方向が垂下可能なように、前記根元が固定されている第 1 ~ 第 9 のいずれかの態様の衝撃吸収部材である。

【 0 0 1 7 】

また、第 1 1 の態様の緩衝体は、第 1 ~ 第 1 0 のいずれかの態様の衝撃吸収部材が、前記複合材管が複数まとめて同様の方向に配列されることで構成されている緩衝体である。

【 0 0 1 8 】

また、第 1 2 の態様の緩衝体は、前記衝撃吸収部材が、環状をなし、前記衝撃吸収部材の中心軸線の径方向に延びる姿勢で、前記複合材管が前記中心軸線の周方向に配列される第 1 1 の態様の緩衝体である。

10

20

30

40

50

【 0 0 1 9 】

また、第 1 3 の態様の緩衝体は、前記衝撃吸収部材が、複数のブロック体から構成されており、前記ブロック体は、複数の前記複合材管が平行に束ねられたものを含んで構成されている第 1 2 の態様の緩衝体である。

【 0 0 2 0 】

また、第 1 4 の態様の緩衝体は、前記複数のブロック体が、前記中心軸線の周方向に配列されている第 1 3 の態様の緩衝体である。

【 0 0 2 1 】

また、第 1 5 の態様の緩衝体は、前記衝撃吸収部材が、前記中心軸線の周方向に配列された複数のブロック体を前記中心軸線に沿って複数層を積層させることで構成されており、互いに積層された前記ブロック体同士は、前記複合材管の姿勢が互いに異なる第 1 2 の態様の緩衝体である。

10

【 0 0 2 2 】

また、第 1 6 の態様の緩衝体は、互いに積層された前記ブロック体同士において、前記中心軸線の周方向の端部が、互いにずれている第 1 5 の態様の緩衝体である。

【 0 0 2 3 】

また、第 1 7 の態様の緩衝体は、前記衝撃吸収部材は、前記中心軸線の周方向に配列された複数のブロック体から構成されており、前記ブロック体は、複数の前記複合材管を前記中心軸線の直交する平面状で束ねてなる層状構造体を、前記中心軸線に沿って複数層を積層させたものを含んで構成されており、互いに積層された前記各層状構造体同士で、前記複合材管の姿勢が互いに異なる第 1 2 の態様の緩衝体である。

20

【 0 0 2 4 】

また、第 1 8 の態様の緩衝体は、互いに積層された前記層状構造体同士において、前記中心軸線の周方向の端部が、互いにずれている第 1 7 の態様の緩衝体である。

【 0 0 2 5 】

また、第 1 9 の態様の緩衝体は、前記ブロック体は、前記中心軸線の周方向の両端が、前記中心軸線の径方向に沿うように切り欠かれた形状をなしている第 1 4 ~ 第 1 8 のいずれかの態様の緩衝体である。

【 0 0 2 6 】

また、第 2 0 の態様の緩衝体は、前記ブロック体を構成する複数の前記複合材管が、互いに結合されている第 1 3 ~ 第 1 9 のいずれかの態様の緩衝体である。

30

【 0 0 2 7 】

また、第 2 1 の態様の緩衝体は、前記ブロック体を構成する複数の前記複合材管が埋め込まれることで、これら複合材管互いに平行をなすように束ねる被埋込部材をさらに備える第 1 3 ~ 第 2 0 のいずれかの態様の緩衝体である。

【 0 0 2 8 】

また、第 2 2 の態様の緩衝体は、前記ブロック体を荷重が付与される方向に積層されて構成されている第 1 3 ~ 第 2 1 のいずれかの態様の緩衝体である。

【 0 0 2 9 】

また、第 2 3 の態様の緩衝体は、前記ブロック体をずらして積層されて構成されている第 1 3 ~ 第 2 2 のいずれかの態様の緩衝体である。

40

【 0 0 3 0 】

また、第 2 4 の態様のキャスクは、第 1 2 ~ 第 2 3 のいずれかの緩衝体と、内部に放射性物質を収容する前記中心軸線に沿って延びる筒状をなす輸送容器と、を備え、前記輸送容器の端部の外周に前記輸送容器が装着されている。

【 0 0 3 1 】

また、第 2 5 の態様の緩衝体の製造方法は、連続した強化繊維と樹脂とを含有する複合材料で構成され、管軸方向に延びる管形状を有する複合材管であって、前記複合材管の端面が、前記複合材管の管周方向に向かって並び、前記管軸方向に凹である複数の谷を有する前記複合材管を作製する管製造工程と、前記管製造工程の後に、複数の前記複合材管を平

50

行に束ねることで複数のブロック体を製造するブロック体製造工程と、前記ブロック体製造工程の後に、前記ブロック体における複数の前記複合材管の配列方向の端部同士を互いに接続して組み立てる組み立て工程と、実施する。

【発明の効果】

【0032】

本発明の一態様によれば、衝撃エネルギーを吸収しやすい衝撃吸収部材、緩衝体、キャスク並びに緩衝体の製造方法が提供される。

【図面の簡単な説明】

【0033】

【図1】第一実施形態に係るキャスクの側面図である。

10

【図2】第一実施形態に係る緩衝体を緩衝体の中心軸線方向から見た図である。

【図3】第一実施形態に係る衝撃吸収部材を構成するブロック体の斜視図である。

【図4】第一実施形態に係る衝撃吸収部材を構成する複合材管の斜視図である。

【図5】第一実施形態に係る衝撃吸収部材を構成する複合材管の部分破断図である。

【図6】図5のV I 部拡大図である。

【図7】図5のV I I 部拡大図である。

【図8】第一実施形態に係る衝撃吸収部材の製造方法を説明するフローチャートである。

【図9】第一実施形態に係る衝撃吸収部材を構成する複合材管の破壊状態を説明する図である。

【図10】第二実施形態に係る衝撃吸収部材を構成するブロック体の斜視図である。

20

【図11】第三実施形態に係るキャスクの側面図である。

【図12】第三実施形態に係る衝撃吸収部材を構成する複合材管の斜視図である。

【図13】第三実施形態に係る衝撃吸収部材を構成する複合材管の衝突態様を説明する。

【図14】第三実施形態に係る衝撃吸収部材の製造方法を説明するフローチャートである。

【図15】第四実施形態に係る衝撃吸収部材を構成する複合材管の衝突態様を説明する。

【図16】第五実施形態に係る衝撃吸収部材を構成する複合材管の衝突態様を説明する。

【図17】変形例のブロック体を構成する層状構造体を示す図である。

【図18】変形例のブロック体を構成する層状構造体を示す図である。

【図19】変形例のブロック体を構成する層状構造体を示す図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0034】

以下、本発明に係る各種実施形態について、図面を用いて説明する。

【0035】

< 第一実施形態 >

以下、本発明の第一実施形態に係る緩衝体を備えたキャスクについて図1～図9を参照して説明する。

図1に示されるように、キャスク100は、輸送容器10及び一对の緩衝体20によって構成されている。

【0036】

輸送容器10は、円筒形状をなす容器本体10aを有している。容器本体10aは中心軸線O1に沿って延びる筒状をなしており、中心軸線O1方向の両端が閉塞されている。容器本体10aの中心軸線O1方向の一端は、開閉可能とされている。容器本体10aの内部には、放射性物質を含む使用済み核燃料11が収容されている。使用済み核燃料11は、容器本体10aの一端を開状態とすることで収容され、輸送時には当該一端が閉塞される。これにより輸送時は容器本体10aの内部は密封状態とされる。

40

【0037】

緩衝体20は、ケーシング30及び衝撃吸収手段40を備えている。

ケーシング30は、中心軸線O1を中心とした円盤状をなす部材であって、内部が中空状に形成されている。ケーシング30は輸送容器10の中心軸線O1の両端部に一对が設けられている。ケーシング30における輸送容器10側を向く面には、該輸送容器10の両

50

端部が嵌め込まれる凹部 3 1 がそれぞれ形成されている。ケーシング 3 0 の凹部 3 1 に輸送容器 1 0 の端部が嵌め込まれることで、輸送容器 1 0 の両端部が中心軸線 O 1 方向及び中心軸線 O 1 の径方向からの荷重に対して保護される。

【 0 0 3 8 】

ケーシング 3 0 の内部空間は、中心軸線 O 1 方向における凹部 3 1 の形成範囲の部分が環状をなす環状空間 3 2 とされており、凹部 3 1 よりもさらに中心軸線 O 1 方向の外方の部分が円盤状空間 3 3 とされている。

【 0 0 3 9 】

衝撃吸収手段 4 0 は、第一衝撃吸収部材 4 0 A と第二衝撃吸収部材 4 0 B を備える。第一衝撃吸収部材 4 0 A は、ケーシング 3 0 内における円盤状空間 3 3 内に充填されている。第一衝撃吸収部材 4 0 A としては任意の構成を採用することができる。第二衝撃吸収部材 4 0 B は、ケーシング 3 0 内における環状空間 3 2 に収容されている。以下では、本発明が適用されている第二衝撃吸収部材 4 0 B を単に衝撃吸収部材 4 0 B と称する。

10

【 0 0 4 0 】

以下、衝撃吸収部材 4 0 B について、図 2 ~ 4 を参照して説明する。

図 2 に示されるように、衝撃吸収部材 4 0 B は、中心軸線 O 1 を中心とした環状をなす部材であって、ケーシング 3 0 を介して輸送容器 1 0 の両端における外周に装着される。衝撃吸収部材 4 0 B は、複数のブロック体 5 0 によって構成されている。

【 0 0 4 1 】

図 3 に示されるように、ブロック体 5 0 は、複数の複合材管 6 0 を密集して束ねることによって構成されている。ブロック体 5 0 は、中心軸線 O 1 方向から見た概略形状が台形状をなしており、当該形状を維持したまま中心軸線 O 1 方向に厚さを有する形状とされている。

20

【 0 0 4 2 】

複合材管 6 0 の全体の構成について説明する。

図 4 に示されるように、複合材管 6 0 は、一定の径で延び、中空部 6 0 h (空孔) を有する中空管状の部材である。

本実施形態において、複合材管 6 0 は、管軸 O 2 方向と垂直な断面において円形を有する。

【 0 0 4 3 】

複合材管 6 0 は、強化繊維として繊維 6 2 を、樹脂 6 1 によって包含した強化繊維プラスチックによって形成されている。

30

【 0 0 4 4 】

具体的には、複合材管 6 0 は、連続した繊維をプラスチック樹脂で含浸した F R P シートによって形成されている。F R P シートは、例えば、C F R P や G F R P 等で構成されている。

【 0 0 4 5 】

ここで、連続した繊維とは、完全に連続した繊維だけでなく、長さ 1 0 0 mm 以上、又は管周方向一周以上、又は管軸方向両端間の長さと同程度の長さのものを含む。

【 0 0 4 6 】

繊維 6 2 は、C F (カーボンファイバ)、G F (グラスファイバ)、アラミド、その他有機繊維等である。好ましくは C F、G F がよく、C F がより好ましい。

40

【 0 0 4 7 】

樹脂 6 1 は、硬化性樹脂又は可塑性樹脂である。

硬化性樹脂としては、フェノール樹脂、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ポリイミド樹脂、メラミン樹脂等が例示される。

熱可塑性樹脂としては、ポリフェニレンサルファイド (P P S)、ポリエーテルスルホン (P E S)、ポリエーテルイミド (P E I)、ポリエーテルエーテルケトン (P E E K)、ポリエーテルケトン (P E K)、ポリエーテルケトンケトン (P E K K)、ポリケトンサルファイド (P K S)、ポリアリルエーテルケトン (P A E K)、芳香族ポリアミド (P A)、ポリアミドイミド (P A I)、ポリイミド (P I) 等が例示される。

50

エネルギー吸収性の点からは靱性に優れる樹脂がよい。耐熱性とコストの点からはエポキシ樹脂がよい。

【 0 0 4 8 】

複合材管 6 0 は、複合材料における繊維体積含有率が 4 0 % 以上、好ましくは 5 0 % 以上、さらに好ましくは 5 5 % 以上となるように構成される。

【 0 0 4 9 】

このような F R P シートを筒状に巻きながら積層させることによって、複合材管 6 0 が構成されている。

【 0 0 5 0 】

複合材管 6 0 は、強化繊維の配向方向に関し、（管軸 O 2 方向の寄与率である）軸方向寄与率と（管周方向の寄与率である）周方向寄与率との和を 1 0 0 % としたときに、軸方向寄与率が 2 0 % ~ 9 0 % となるように構成されている。言い換えると、複合材管 6 0 は、周方向寄与率が 1 0 % ~ 8 0 % となるように構成されている。

10

ここで、軸方向寄与率とは、各繊維の配向方向を三角関数に従って管軸方向成分と管周方向成分に分けて全繊維の配向を考えた際に、全繊維中における管軸方向成分の総量の割合である。

また、同様に、周方向寄与率とは、各繊維の配向方向を三角関数に従って管軸方向成分と管周方向成分に分けて全繊維の配向を考えた際に、全繊維中における管周方向成分の総量の割合である。

【 0 0 5 1 】

20

複合材管 6 0 において、軸方向寄与率は、2 0 % ~ 9 0 % とされるが、好ましくは 2 5 % ~ 8 0 % 、さらに好ましくは 3 7 . 5 % ~ 7 5 % 、さらに好ましくは 5 0 % ~ 7 0 % 、最も好ましくは 5 5 % ~ 6 5 % とされる。

言い換えると、複合材管 6 0 において、周方向寄与率は、1 0 % ~ 8 0 % とされるが、好ましくは 2 0 % ~ 7 5 % 、さらに好ましくは 2 5 % ~ 6 2 . 5 % 、さらに好ましくは 3 0 % ~ 5 0 % 、最も好ましくは 3 5 % ~ 4 5 % とされる。

【 0 0 5 2 】

本実施形態の場合、複合材管 6 0 の強化繊維の配向方向は、軸方向寄与率が 6 0 % であるように構成されている。

【 0 0 5 3 】

30

複合材管 6 0 は、空孔率が 4 0 % ~ 8 7 % となるように構成されている。

ここで、空孔率とは、複合材管 6 0 の管軸と垂直断面における、複合材管 6 0 の内周の断面積（中空部の断面積）を複合材管 6 0 の外周の断面積で除した値である。

【 0 0 5 4 】

複合材管 6 0 の空孔率は、4 0 % ~ 8 7 % とされるが、好ましくは 4 0 % ~ 8 1 % 、さらに好ましくは 4 4 % ~ 7 7 % 、最も好ましくは 4 9 % ~ 5 9 % とされる。

【 0 0 5 5 】

複合材管 6 0 の肉厚 t は、好ましくは 1 mm 以上、さらに好ましくは 2 mm 以上、さらに好ましくは 3 mm 以上、最も好ましくは 4 mm 以上である。

【 0 0 5 6 】

40

本実施形態の場合、複合材管 6 0 は、外径 $\phi = 30$ mm、肉厚 $t = 4$ mm である。これにより、複合材管 6 0 の空孔率は、5 4 % であるように構成されている。ただし、この寸法や空孔率に限定されるものではない。

【 0 0 5 7 】

複合材管 6 0 の各層について詳しく説明する。

図 5 に示されるように、複合材管 6 0 は、管軸 O 2 の径方向（以下「管径方向」ともいう。）の外側から順に、3 つの同一積層層として、外層 6 3、中間層 6 4 及び内層 6 5 を備える。

【 0 0 5 8 】

ここで、同一積層層とは、同一の材料が同一の繊維配向方向に 1 層以上積層された積層部

50

分を指し、例えば、ある一方向材料を 90° に配向させた層を 1 層以上積層した場合、その積層数に関係なく 1 つと数える。

また、積層の数え方として、肉厚方向に重なっている数で考えれば良く、仮に管周方向に（渦巻き状に）連続して繋がっていたとしても肉厚断面での重なりを考えればよい。

同一積層層における積層の数は、1 層以上、好ましくは 2 層以上、さらに好ましくは 3 層以上、最も好ましくは 4 層以上で多い方が好ましい。

【0059】

外層 63、中間層 64 及び内層 65 の各層は、それぞれ複合材管 60 の延在方向（管軸 O2 方向）に一定の径で延びる中空管の形状を有している。

外層 63、中間層 64 及び内層 65 の各層は、それぞれ積層された FRP シートで構成されている。

10

【0060】

中間層 64 は、内層 65 の外周を覆うように積層されている。外層 63 は、中間層 64 の外周を覆うように積層されている。このように積層されることによって、外層 63、中間層 64 及び内層 65 は、一体となって複合材管 60 を構成している。

【0061】

本実施形態の場合、図 6 に示されるように、中間層 64 の繊維 62 は、管軸 O2 方向に対する配向方向が $-20^\circ \sim +20^\circ$ である第一強化繊維 62a のみで構成されている。具体的には、繊維 62 が第一強化繊維 62a のみである FRP シートが複数層積層されることによって、中間層 64 は形成されている。

20

【0062】

中間層 64 において、第一強化繊維 62a の配向方向は、上記では $-20^\circ \sim +20^\circ$ とされているが、好ましくは $-10^\circ \sim +10^\circ$ 、さらに好ましくは $-5^\circ \sim +5^\circ$ 、さらに好ましくは $-2^\circ \sim +2^\circ$ 、最も好ましくは 0° とされる。

【0063】

図 7 に示されるように、外層 63 の繊維 62 は、管軸 O2 方向に対する配向方向が $+70^\circ \sim +110^\circ$ である第二強化繊維 62b のみで構成されている。具体的には、繊維 62 が第二強化繊維 62b のみである FRP シートが複数層積層されることによって、外層 63 は形成されている。

内層 65 も同様に、繊維 62 は、管軸 O2 方向に対する配向方向が $+70^\circ \sim +110^\circ$ である第二強化繊維 62b のみで構成されている。具体的には、繊維 62 が第二強化繊維 62b のみである FRP シートが複数層積層されることによって、内層 65 は形成されている。

30

外層 63 の積層数と内層 65 の積層数とは、同じ積層数であることが好ましい。

【0064】

外層 63 及び内層 65 において、第二強化繊維 62b の配向方向は、上記では $+70^\circ \sim +110^\circ$ とされているが、好ましくは $+80^\circ \sim +100^\circ$ 、さらに好ましくは $+85^\circ \sim +95^\circ$ 、さらに好ましくは $+88^\circ \sim +92^\circ$ 、最も好ましくは 90° とされる。

【0065】

各同一積層層の肉厚は各々で異なっても良いが、肉厚の中心線からみて肉厚の表層方向に向かって線対称に配されている積層が好ましい。

40

【0066】

配向方向が $-20^\circ \sim +20^\circ$ の強化繊維の層は、外層 63、中間層 64、内層 65 のいずれとされてもよいが、中間層 64 とされることが好ましい。

配向方向が $+70^\circ \sim +110^\circ$ の強化繊維からなる層は、外層 63、中間層 64、内層 65 のいずれとされてもよいが、外層 63 及び内層 65 とされることが好ましい。

【0067】

同一積層層の数としては、肉厚が厚くなる程数を増やせるため特に上限はないが、3 つ以上で且つ少ない方が好ましい。例えば 3 ~ 11 つ程度、好ましくは 3 ~ 7 つ程度がよい。

【0068】

50

各層を形成する積層材料としてプリプレグ材を用いる場合、プリプレグ材の厚みは薄い方が好ましく、例えば0.25mm以下が好ましく、0.125mm以下がさらに好ましい。また、さらに薄いプリプレグを予め積層済みの多層プリプレグを用いてもよく、この際、0.05mmのような薄いプリプレグを予め積層した多層プリプレグが好ましい。

【0069】

このような複合材管60によってブロック体50が構成されている。ブロック体50を構成する複合材管60のうち少なくとも一の複合材管60は、中心軸線O1の径方向に平行に配置されている。本実施形態では、各ブロック体50において、複合材管60の配列方向である幅方向の中央（中心軸線O1の周方向の中央）に配置された複合材管60が中心軸線O1の径方向に平行に配置されており、当該複合材管60に他の複合材管60が平行

10

【0070】

ブロック体50では、中心軸線O1方向から見た際に、幅方向の両端が斜めに切り欠かれた形状をなしている。すなわち、ブロック体50の両端は、中心軸線O1の径方向外側から内側に向かうにしたがってブロック体50の中央に向かって斜めに切り欠かれている。本実施形態では複数の複合材管60が互いに接着剤によって接着されることによって、ブ

20

【0071】

このようなブロック体50が、幅方向の両端で互に対向するように配置されることで、環状をなす衝撃吸収部材40Bが構成されている。すなわち、軸線方向視で台形状をなすブロック体50が、該ブロック体50の幅方向に順次配列されていることで、全体として円形に近い形状を有する環状の衝撃吸収部材40Bが構成されている。

【0072】

なお、ブロック体50がケーシング30によって收容されて保持されることで、複数のブロック体50による環状の衝撃吸収部材40Bが構成されてもよいし、ブロック体50の幅方向の端部が互いに接着剤等によって接合されることで環状の衝撃吸収部材40Bが構成

30

【0073】

次に、本実施形態の衝撃吸収部材40Bの製造方法について図8に示されるフローチャートを用いて説明する。当該製造方法は、管製造工程S1、ブロック体製造工程S2及び組み立て工程S3を含む。

【0074】

管製造工程S1では、上述した複合材管60を製造する。複合材管60は、FRPシートを多層に巻き付けることで管形状に形成されて作製される。この際、繊維62が第一強化繊維62aのみであるFRPシートAと、繊維62が第二強化繊維62bのみであるFRPシートBとが多層に巻き付けられる。

40

例えば、FRPシートBを複数層（又は一層）に巻いて内層65を形成し、次にFRPシートAを複数層（又は一層）に巻いて中間層64を形成し、さらにFRPシートBを複数層（又は一層）に巻いて外層63を形成する。

【0075】

管製造工程S1の後に、ブロック体製造工程S2を実行する。ブロック体製造工程S2は、より詳細には、複合材管60を一体化させる工程、部分的に切削を行う工程の2つの工程を含む。

まず、多数の複合材管60を互いに平行となるように接着剤によって密集させ、一体に束ねる。この際、衝撃吸収部材40Bの周方向のみならず、中心軸線O1方向にも複数の複合材管60が重なるようにする。次いで、束ねた多数の複合材管60の配列方向の両端部

50

(衝撃吸収部材 4 0 B の周方向の両端部) を斜めに平面状に切り取る。これによって、ブロック体 5 0 が製造される。

【 0 0 7 6 】

ブロック体製造工程 S 2 の後に、組み立て工程 S 3 を行う。この組み立て工程 S 3 は、製造された複数のブロック体 5 0 の幅方向の端面同士を対向させることで、全体として環状の衝撃吸収部材 4 0 B を組み立てる工程である。上述したように、ケーシング 3 0 に各ブロック体 5 0 を収容することで、環状の衝撃吸収部材 4 0 B を構成してもよいし、各ブロック体 5 0 同士を接合することで衝撃吸収部材 4 0 B を構成してもよい。

【 0 0 7 7 】

次に、上記構成の衝撃吸収部材 4 0 B、緩衝体 2 0 及びキャスク 1 0 0 の作用効果について説明する。

10

【 0 0 7 8 】

キャスク 1 0 0 の輸送時に緩衝体 2 0 に対して中心軸線 O 1 の径方向外側から外力が加わったとする。本実施形態では、緩衝体 2 0 の内部の衝撃吸収部材 4 0 B を構成する複合材管 6 0 が、中心軸線 O 1 の径方向に延びている。そのため、複合材管 6 0 による高い衝撃吸収性能を発揮することができる。すなわち、複合材管 6 0 は第一強化繊維 6 2 a 及び第二強化繊維 6 2 b からなる繊維 6 2 を有しているため、複合材管 6 0 の延在方向 (管軸 O 2 方向) からの荷重に対する衝撃を効果的に吸収できる。

なお、「中心軸線 O 1 の径方向に延びている」とは、当該径方向に平行に延びている状態を含むことはもちろん、多少傾斜して延びている場合も含む。

20

【 0 0 7 9 】

ここで、仮に複合材管 6 0 の繊維 6 2 が第二強化繊維 6 2 b のみである場合、中心軸線 O 1 の径方向外側から、管軸 O 2 方向に大きな荷重が加わった際には、衝撃を十分に吸収することができず、複合材管 6 0 自体が座屈し、場合によっては折損してしまう。すなわち、複合材管 6 0 の管軸 O 2 方向の荷重に対して対抗する繊維 6 2 がないため、どうしても強度不足が生じてしまう。

さらに、吸収しきれなかった荷重が周囲の複合材管 6 0 に作用することにより、これら周囲の複合材管 6 0 も損傷を受ける。この場合、周囲の複合材管 6 0 には、予期せぬ方向から荷重が付与されることになるため、やはり衝撃吸収性能を発揮することはできない。

【 0 0 8 0 】

30

他方、仮に複合材管 6 0 の繊維 6 2 が第一強化繊維 6 2 a のみである場合、複合材管 6 0 は第一強化繊維 6 2 a の配向方向にしたがって管軸 O 2 方向に容易に裂けてしまい、やはり十分に衝撃を吸収することができない。この場合も、上記同様、周囲の複合材管 6 0 にも荷重が作用してしまい、これら周囲の複合材管 6 0 が衝撃吸収性能を発揮することなく損傷する。

【 0 0 8 1 】

これに対して本実施形態では、複合材管 6 0 の繊維 6 2 が第一強化繊維 6 2 a 及び第二強化繊維 6 2 b を有している。そのため、管軸 O 2 方向に大きな荷重が加わった際には、管軸 O 2 方向に裂けながらも裂けた部分同士が第二強化繊維 6 2 b によって拘束されているため、当該拘束力に基づいて衝撃を吸収しながら分離するといった破壊態様を示す。したがって、第一強化繊維 6 2 a にしたがって裂ける過程で、第二強化繊維 6 2 b による拘束力が生じることで、複合材管 6 0 が破壊される過程で管軸 O 2 方向の荷重が効果的に吸収される。以上から、本実施形態によれば、中心軸線 O 1 の径方向外側からの荷重を効果的に吸収することができる。

40

【 0 0 8 2 】

本実施形態では、複合材管 6 0 は、中間層 6 4 と、中間層 6 4 の軸径方向の外側及び内側をそれぞれ覆う外層 6 3 及び内層 6 5 と、を備える。

そのため、管軸 O 2 方向に大きな荷重が加わった際に、まず、第一強化繊維 6 2 a を含む中間層 6 4 が、荷重に対して対抗する。さらに荷重が加わり複合材管 6 0 が破壊に到っても、外層 6 3 及び内層 6 5 の裂けた部分同士が、裂けながらも拘束されているため、各層

50

の分離剥離を抑え込んでいる。

また、図 9 に示されるように、本実施形態では、複合材管 60 が破壊されるとき、内層 65 は管軸 O2 方向に裂けながら管径方向に剥離された破砕屑となる。このとき、複合材管 60 は空孔（中空部 60h）を有するため、破砕屑は、カールされながら複合材管 60 の空孔に収容される。特に本実施形態では、複合材管 60 は、空孔率 40%～87% の空孔を有するため、カールされた破砕屑を空孔に収容することができる。

したがって、複合材管 60 に加わった管軸 O2 方向からの荷重の分力が予期せぬ方向に作用することを抑制できる。そのため、複合材管 60 の折損、座屈を回避することができる。すなわち、荷重による衝撃を吸収しきれない破壊態様となることが回避できる。

【0083】

さらに、複合材管 60 は、管軸 O2 方向と垂直な断面において円形を有する。このため、複数の複合材管 60 が密接に多数並べられていても、複合材管 60 と周囲の複合材管 60 との間に隙間が形成される。したがって、複合材管 60 が破壊されるとき、外層 63 も同様に、管径方向外側にカールされた破砕屑となり、複合材管 60 は周辺に隙間に収容され、複合材管 60 の折損、座屈を回避することができる。

【0084】

本実施形態では、衝撃吸収部材 40B が複数のブロック体 50 から構成されており、各ブロック体 50 は、複数の複合材管 60 が平行に密集されることで構成されている。これによって、製造コストを抑えながら、高い衝撃吸収性能を実現することができる。

【0085】

例えば仮に全ての複合材管 60 が緩衝体 20 の中心軸線 O1 の径方向に平行となるように放射状に配列した場合、各複合材管 60 同士の間には中心軸線 O1 の径方向外側に向かう程に広がる隙間が形成される。

このように隙間が形成されてしまえば、中心軸線 O1 の径方向外側からの荷重によって、各複合材管 60 同士の隙間を広げる方向に分力が作用してしまう。上述の通り、各複合材管 60 はその延在方向の荷重に対して最も衝撃吸収能力を発揮する。しかしながら、荷重が他の方向に分散してしまえば、複合材管 60 に座屈や折損が生じてしまい、当該衝撃吸収能力を発揮できない。そのため、緩衝体 20 全体として衝撃吸収能力が低下してしまう。

【0086】

これに対して、本実施形態では、各ブロック体 50 で複合材管 60 が互いに平行に密集して配置されている。そのため、中心軸線 O1 の径方向外側の部分のみで複合材管 60 同士の隙間が大きくなることはない。したがって、不用意な複合材管 60 の間の隙間の拡大を回避できる。さらに、当該隙間の拡大を回避することで、中心軸線 O1 の径方向外側からの荷重の分力が予期せぬ方向に作用することを抑制できる。そのため、周囲の複合材管 60 の折損、座屈を回避することができる。すなわち、荷重による衝撃を吸収しきれない破壊態様となってしまうことを回避できる。

【0087】

さらに、例えば複合材管 60 を放射状に配列する場合には、位置調整を行うための特殊な治具が必要となる。その他、複合材管 60 をテーパ状に形成する等の労力が生じコストが増加してしまう。これに対して、本実施形態では単に複合材管 60 同士を平行に束ねればよいいため、製作コストを低減できる。

【0088】

また、本実施形態では、ブロック体 50 の周方向の両端が斜めに、中心軸線 O1 の径方向に沿うように切り欠かれた形状とされているため、当該ブロック体 50 を周方向に順次配列することで、環状をなす衝撃吸収部材 40B を容易に構成することができる。

さらに、ブロック体 50 は複合材管 60 を接着剤によって互いに接合することで構成されているため、容易にブロック体 50 を製造することができる。

【0089】

< 第二実施形態 >

次に本発明の第二実施形態について図 10 を参照して説明する。第二実施形態において、

10

20

30

40

50

第一実施形態と同様の構成要素には同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

第一実施形態のブロック体 50 は複数の複合材管 60 を接着剤で接合して密集及び一体化させていた。これに対して第二実施形態のブロック体 150 では、複数の複合材管 60 を被埋込部材 160 によって密集及び一体化させている。

【0090】

被埋込部材 160 は、例えば発泡樹脂や木材や多孔質材等によって構成されており、複数の複合材管 60 が埋め込まれることによって、これら複合材管 60 が互いに平行に密集及び一体化される。なお、被埋込部材 160 は、上記以外の材料から構成されていてもよい。被埋込部材 160 が発泡樹脂の場合、複合材管 60 を発泡樹脂に埋め込みながら該発泡樹脂内に收容空間を形成してもよいし、複合材管 60 を互いに平行に組んだ後に、その間に発泡樹脂を供給して固化させて形成してもよい。また、被埋込部材 160 が木材の場合、複合材管 60 を收容するための孔部を予め形成しており、複合材管 60 を当該孔部に嵌め込むことによって設置してもよい。

10

【0091】

このような第二実施形態のブロック体 150 を用いた場合であっても、第一実施形態同様、複数が配列されることで全体として環状をなす衝撃吸収部材 40B が構成される。したがって、第一実施形態と同様の作用効果を奏する。

【0092】

< 第三実施形態 >

次に本発明の第三実施形態について図 11 ~ 図 14 を参照して説明する。第三実施形態において、第一実施形態と同様の構成要素には同一の符号を付して詳細な説明を省略する。第一実施形態の複数の複合材管 60 は、複合材管の折損、座屈を回避するために、少なくとも複合材管内に空孔率 40% ~ 87% の空孔を設け、複合材管に加わった管軸方向からの荷重の分力が予期せぬ方向に作用することを抑制している。

20

これに対して第三実施形態の複合材管 560 は、複合材管の折損、座屈を回避するために、複合材管 560 の端面が、周方向に向かって並ぶ複数の谷を有する点が異なっている。

【0093】

複合材管 560 を輸送容器 10 に適用した例を示す。

図 11 に示されるように、キャスク 500 は、輸送容器 10 及び一対の緩衝体 520 を備える。

30

緩衝体 520 は、衝撃吸収手段 540 を備える。

衝撃吸収手段 540 は、第一衝撃吸収部材 540A と第二衝撃吸収部材 540B とを備える。

【0094】

第一衝撃吸収部材 540A は、容器本体 10a の中心軸線 O1 の両方の各端部にそれぞれ設けられている。本実施形態において、第一衝撃吸収部材 540A は、それぞれ円筒形状をなす容器本体 10a の底面に装着される。第一衝撃吸収部材 540A としては任意の構成を採用することができる。

【0095】

第二衝撃吸収部材 540B は、容器本体 10a の中心軸線 O1 の両方の各端部にそれぞれ設けられている。以下では、本発明が適用されている第二衝撃吸収部材 540B を単に衝撃吸収部材 540B と称する。

40

【0096】

以下、衝撃吸収部材 540B について説明する。

衝撃吸収部材 540B は、中心軸線 O1 を中心とした環状をなす部材であって、容器本体 10a の両端における外周に装着される。

衝撃吸収部材 540B は、複数の複合材管 560 を備える。複数の複合材管 560 は、管軸方向の両端の一方にそれぞれ端面 560e を有する。

複合材管 560 は、複数配列されることで、全体として環状をなす衝撃吸収部材 540B を構成している。その場合、各複合材管 560 は、それぞれの端面 560e が衝突対象に

50

向くように、容器本体 10a に装着される。具体的には、各複合材管 560 は、それぞれの端面 560e が容器本体 10a の径方向外側を向くように、容器本体 10a に装着される。

【0097】

複合材管 560 の全体の構成について説明する。

複合材管 560 は、連続した強化繊維と樹脂とを含有する複合材料で構成されている。

複合材管 560 は、強化繊維として、繊維 562 を、樹脂 561 によって包含した強化繊維プラスチックによって形成されている。具体的には、複合材管 560 は、連続した繊維をプラスチック樹脂で含浸した FRP シートによって形成されている。FRP シートは、例えば、CFRP や GFRP 等で構成されている。

10

【0098】

繊維 562 は、第一実施形態の繊維 62 と同様の材料、すなわち、CF (カーボンファイバ)、GF (グラスファイバ)、アラミド、その他有機繊維等である。好ましくは CF、GF がよく、CF がより好ましい。

【0099】

樹脂 561 は、第一実施形態の樹脂 61 と同様の材料である。

【0100】

複合材管 560 は、複合材料における繊維体積含有率が 40% 以上、好ましくは 50% 以上、さらに好ましくは 55% 以上となるように構成される。

【0101】

図 12 に示されるように、複合材管 560 の端面 560e は、複合材管 560 の管周方向に向かって並ぶ複数の谷 560v を有する。図 12 に示されるように、各谷 560v は、それぞれ管軸 O2 方向に凹となっている。

20

本実施形態では、複合材管 560 の端面 560e は、管周方向に向かって隣り合って並ぶ谷 560v と谷 560v の間にそれぞれ山 560m を有する。図 12 に示されるように、各山 560m は、それぞれ管軸 O2 方向に凸となっている。

さらに、図 12 に示されるように、谷 560v 及び山 560m は、いずれも V 字形状を有している。

【0102】

次に、複合材管 560 の作用効果について説明する。

30

本実施形態の複合材管 560 は、管周方向に向かって並ぶ複数の谷 560v を有する。そのため、管軸 O2 方向に沿って荷重が加わる場合はもちろん、管軸 O2 方向に対し斜めに荷重が加わる場合にも、複数の谷 560v を起点として、複合材管 560 には、管軸 O2 に延びる複数の亀裂が発生する。複数の亀裂は、図 13 に示される点線に沿って発生する。このため、複合材管 560 は、管軸 O2 方向に裂けながら、管径方向外側に広がる複数の破砕屑となりつつ、衝撃を吸収する破壊態様 (Splaying Mode) を発現する。この場合、複合材管 560 に加わった荷重は、複数の亀裂を生むように、管周方向に分力される。そのため、複合材管 560 の折損、座屈を回避することができる。すなわち、荷重による衝撃を吸収しきれない破壊態様となることを回避できる。

【0103】

40

本実施形態の複合材管 560 における谷 560v の数は、どのような数であってもよいが、ある程度多い方が好ましい。

図 13 に示されるように、複合材管 560 は、管軸 O2 方向に対し斜めの姿勢で衝突対象 OBJ (例えば床) に衝突する場合を考える。この場合、複合材管 560 のいずれか 1 つの山 560m (図 13 に示された○部) が最初に衝突対象 OBJ に衝突する。

谷 560v の数が多いほど、1 つの山 560m のサイズが小さくなり、耐荷重も小さくなる。このため、谷 560v の数が多いほど、複合材管 560 の初期荷重が低下し、Splaying Mode を発現しやすくなる。

したがって、谷 560v の数が多いほど、複合材管 560 の折損、座屈をより回避できる。

なお、複合材管 560 のエネルギー吸収量は、谷 560v の数に関係なく一定である。

50

【 0 1 0 4 】

本実施形態では、複合材管 5 6 0 は、連続した強化繊維と樹脂とを含有する複合材料で構成されている。

変形例として、複合材管 5 6 0 は、F R P シートを筒状に巻きながら積層させて構成されてもよい。

他の変形例として、複合材管 5 6 0 は、第一実施形態のような強化繊維の配向方向に関し、（管軸 O 2 方向の寄与率である）軸方向寄与率と（管周方向の寄与率である）周方向寄与率との和を 1 0 0 % としたときに、軸方向寄与率が 2 0 % ～ 9 0 % となるように構成されてもよい。さらに、複合材管 6 0 において、軸方向寄与率は、好ましくは 2 5 % ～ 8 0 % 、さらに好ましくは 3 7 . 5 % ～ 7 5 % 、さらに好ましくは 5 0 % ～ 7 0 % 、最も好ましくは 5 5 % ～ 6 5 % とされてもよい。

10

さらに他の変形例として、複合材管 5 6 0 は、第一実施形態のように、空孔率が 4 0 % ～ 8 7 % となるように構成されてもよい。

【 0 1 0 5 】

本実施形態では、複合材管 5 6 0 の端面 5 6 0 e は、V 字形状（逆 V 字形状）の山 5 6 0 m を有している。変形例として、複合材管 5 6 0 の端面 5 6 0 e は、山 5 6 0 m を有さなくてもよい。他の変形例として、山 5 6 0 m は、U 字形状（逆 U 字形状）や台形状であってもよい。

【 0 1 0 6 】

本実施形態では、複合材管 5 6 0 は、管軸方向の両端の一方に端面 5 6 0 e を有する。変形例として、複合材管 5 6 0 が管軸方向の両端のいずれからも荷重を受ける可能性がある場合、複合材管 5 6 0 は、管軸方向の両端の両方の端面に、管周方向に向かって並ぶ複数の谷を有してもよい。その場合においても、谷と谷の間にそれぞれ山を有してもよい。

20

【 0 1 0 7 】

本実施形態では、複合材管 5 6 0 は、個別に容器本体 1 0 a に装着されている。変形例として、第一及び第二実施形態のように、複合材管 5 6 0 で複数のブロック体を構成してもよい。例えば、複合材管 5 6 0 で構成された複数のブロック体を組み立てて、環状の衝撃吸収部材 5 4 0 B が構成されてもよい。さらに、ケーシングに各ブロック体を收容することで、環状の衝撃吸収部材 5 4 0 B を構成してもよいし、各ブロック体同士を接合することで衝撃吸収部材 5 4 0 B を構成してもよい。

30

他の変形例として、複数の複合材管 5 6 0 が中心軸線 O 1 を中心とした環状をなすリング部材に固定されてもよい。その場合、複数の複合材管 5 6 0 が固定されたリング部材が、容器本体 1 0 a の両端における外周に装着され、衝撃吸収部材として作用する。

【 0 1 0 8 】

例えば、図 1 4 に示されるように、複合材管 5 6 0 で構成された複数のブロック体を用いた衝撃吸収部材 5 4 0 B の製造方法は、第一実施形態と同様に、管製造工程 S 1 ' 、ブロック体製造工程 S 2 ' 及び組み立て工程 S 3 ' と含む。

【 0 1 0 9 】

管製造工程 S 1 ' では、上述した複合材管 5 6 0 を製造する。複合材を管形状に形成した後、複合材管 5 6 0 の端面 5 6 0 e に、複合材管 5 6 0 の管周方向に向かって並ぶ複数の谷 5 6 0 v が形成されることによって、複合材管 5 6 0 が作製される。このとき、複合材管 5 6 0 は、管周方向に向かって隣り合って並ぶ谷 5 6 0 v と谷 5 6 0 v の間にそれぞれ山 5 6 0 m を有していてもよい。

40

【 0 1 1 0 】

管製造工程 S 1 ' の後に、ブロック体製造工程 S 2 ' を実行する。ブロック体製造工程 S 2 ' は、より詳細には、複合材管 5 6 0 を一体化させる工程、部分的に切削を行う工程の 2 つの工程を含む。

まず、多数の複合材管 5 6 0 の各端面 5 6 0 e が一方に揃うと共に、多数の複合材管 5 6 0 が互いに平行となるように、多数の複合材管 5 6 0 を接着剤によって密集させ、一体に束ねる。この際、衝撃吸収部材 5 4 0 B の周方向のみならず、中心軸線 O 1 方向にも複数

50

の複合材管 560 が重なるようにする。次いで、束ねた多数の複合材管 560 の配列方向の両端部（衝撃吸収部材 540B の周方向の両端部）を斜めに平面状に切り取る。これによって、第一実施形態のブロック体 50 と同様なブロック体が製造される。

【0111】

ブロック体製造工程 S2' の後に、組み立て工程 S3' を行う。この組み立て工程 S3' は、製造された複数のブロック体の幅方向の端面同士を対向させることで、全体として環状の衝撃吸収部材 540B を組み立てる工程である。その場合、各複合材管 560 のそれぞれの端面 560e が環状の衝撃吸収部材 540B の径方向外側を向くように、環状の衝撃吸収部材 540B を組み立てる。さらに、ケーシングに各ブロック体を収容することで、環状の衝撃吸収部材 540B を構成してもよいし、各ブロック体同士を接合することで衝撃吸収部材 540B を構成してもよい。

10

【0112】

< 第四実施形態 >

次に本発明の第四実施形態について図 15 を参照して説明する。第四実施形態において、第三実施形態と同様の構成要素には同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

第四実施形態では、複合材管 560 が、キャップを有する点で異なる。

図 15 に示されるように、本実施形態では、複合材管 560 がキャップ 560c を備える。キャップ 560c は、複合材管 560 の端面 560e を覆っている。キャップ 560c の底は、凹部とされている。キャップ 560c は、複合材管 560 の端面 560e の外周の外へ被せて固定されている。キャップ 560c は、嵌め込みにより、複合材管 560 の端面 560e に固定されてもよく、接着、接合等により、複合材管 560 の端面 560e に固定されてもよい。

20

本実施形態において、キャップ 560c は、球面の一部の形状を有する。このため、管周方向に向かって並ぶ複数の山 560m は、いずれもキャップ 560c の内面に接している。

【0113】

図 15 に示されるように、複合材管 560 が、管軸 O2 方向に対し斜めの姿勢で衝突対象 OBJ（例えば床）に衝突する場合を考える。この場合、複合材管 560 は、キャップ 560c を有することで、衝突対象 OBJ に衝突するときに、1 つの山 560m だけに荷重がかかるのではなく、複数の山 560m に荷重がかかる。さらに、キャップ 560c が無い場合に比べて、キャップ 560c がある場合、管軸 O2 に近い位置で、複合材管 560 と衝突対象 OBJ とが衝突する。

30

このため、荷重が全体の山に分散されると共に加圧点が複合材管 560 の端面 560e の中心に近づく。

したがって、複合材管 560 の折損、座屈をより回避することができる。

【0114】

キャップ 560c は、球面の一部の形状に限らず、半球形状、お椀型形状といったドーム形状でもよく、錐形状、傘形状であってもよい。さらに、これらの中間形状のものであってもよい。キャップ 560c を有することで、複合材管 560 において、少なくとも衝撃荷重に対するロバスト性が向上する。

【0115】

40

< 第五実施形態 >

次に本発明の第五実施形態について図 16 を参照して説明する。第五実施形態において、第三実施形態と同様の構成要素には同一の符号を付して詳細な説明を省略する。

第五実施形態の衝撃吸収部材は、容器本体 10a に対し、管軸方向が垂下可能なように、複数の複合材管 560 の根元が装着されている点で異なる。

【0116】

図 16 に示されるように、本実施形態において、各複合材管 560 は、複合材管 560 の根元 560b において、それぞれ基部 590 を介して容器本体 10a に装着される。各複合材管 560 の根元 560b は、基部 590 に対し、ピン 591 で回転可能に固定される。ピン 591 は、複合材管 560 の管径方向に、基部 590 と共に複合材管 560 を貫通し

50

ている。これにより、複合材管 5 6 0 は、ピン 5 9 1 の軸周りに回転可能である。

【 0 1 1 7 】

複合材管 5 6 0 は、ピン 5 9 1 の軸周りに回転可能であるため、複合材管 5 6 0 は、管軸方向が垂下するように回転することができる。

このため、落下時において、各複合材管 5 6 0 は、端面 5 6 0 e を極力落下面に向けることができる。

【 0 1 1 8 】

各複合材管 5 6 0 の根元 5 6 0 b と基部 5 9 0 との間にボールジョイントを設け、各複合材管 5 6 0 が、任意の方向に対し、管軸方向が垂下するように回転することができるように構成されてもよい。ピン 5 9 1 を設ける場合に比べて、落下時において、各複合材管 5 6 0 の端面 5 6 0 e は、より自由に落下面に向くことができる。

10

【 0 1 1 9 】

< 変形例 >

上記実施形態では、ブロック体を中心軸線 O 1 から見て台形状に形成した。しかしながらこれに限定されることはなく、例えばブロック体が扇形状をなすように構成してもよい。この場合、複合材管 6 0、5 6 0 を互いに平行に密集及び一体化させた後に、切削することで扇形状を構成してもよい。また、複合材を配列する過程で、ブロック体における中心軸線 O 1 の径方向内側の端部及び径方向外側の端部が円弧状をなすようにしてもよい。

【 0 1 2 0 】

上記実施形態では、複合材管 6 0、5 6 0 を有する衝撃吸収部材が、第二衝撃吸収部材 4 0 B、5 4 0 B に適用されているが、変形例として複合材管 6 0、5 6 0 を有する衝撃吸収部材は、第一衝撃吸収部材 4 0 A、5 4 0 A に適用されてもよい。

20

【 0 1 2 1 】

上記実施形態では、衝撃吸収部材を用いた緩衝体 2 0、5 2 0 を、使用済み核燃料 1 1 を輸送する輸送容器 1 0 に適用したキャスク 1 0 0、5 0 0 を例に説明した。しかしながらこれに限定することはなく、例えば輸送時や設置時に衝撃が及ぶことを回避することが必要なあらゆる物に適用されてもよい。

変形例として、輸送時や設置時に衝撃が及ぶことを回避することが必要な物が衝突する物に、上記実施形態の衝撃吸収部材や緩衝体が設けられてもよい。例えば、キャスクが輸送される周辺の壁や床、キャスクが設置される床や壁に、上記実施形態の衝撃吸収部材や緩衝体が設けられてもよい。

30

【 0 1 2 2 】

上記実施形態では、衝撃吸収部材としての第二衝撃吸収部材 4 0 B、5 4 0 B を環状に構成した例について説明したが、必ずしも環状でなくてもよい。

【 0 1 2 3 】

衝撃吸収部材は、中心軸線 O 1 方向にブロック体が積層されることで構成されていてもよい。この際、互いに積層されるブロック体における複合材管 6 0、5 6 0 の姿勢は互いに異なってもよい。さらに、互いに積層されるブロック体同士において、中心軸線 O 1 の周方向の端部が、互いにずらされてもよい。

中心軸線 O 1 の径方向に沿うように切り欠かれた形状をなす層を複数層積層する場合は、各層で端部をずらすことによって、切り欠き面が一か所に集中しない。このため、応力の集中を回避することができる。

40

【 0 1 2 4 】

上記実施形態では、ブロック体は、中心軸線 O 1 の周方向の両端が、中心軸線 O 1 の径方向に沿うように切り欠かれた形状をなしている。

変形例として、中心軸線 O 1 の径方向に沿うように切り欠かれた形状をなす層の単層または各層において、層を構成する各管の内、長管とそれより短い短管では異なる特性の管を用いてもよい。その際、長管には衝撃吸収性能が高い管を用いることが好ましい。

【 0 1 2 5 】

複合材管 6 0 を用いた場合において、周方向に配列される各ブロック体は、例えば図 1 7

50

～図 19 に示されるように、中心軸線 O 1 に直交する平面状に互いに平行に配列して束ねてなる層状構造体 70 を中心軸線 O 1 方向に複数積層させて構成してもよい。この際、図 17～図 19 に示されるように、各層構造体同士で、それぞれ複合材管 60 の姿勢が異なるものであってもよい。さらに、各層状構造体 70 の周方向の端部（図 17～図 19 の左右方向の端部）が、互いにずらされてもよい。端部をずらすことによって、切り欠き面が一か所に集中しないため、応力の集中を回避することができる。

複合材管 560 の場合も同様である。

【0126】

さらに、ブロック体は、荷重が付与される方向となる中心軸線 O 1 の径方向に積層されていてもよい。また、中心軸線 O 1 の径方向に積層されたブロック体同士は、中心軸線 O 1 の周方向の端部の位置が互いに異なってもよい。

10

【0127】

変形例として、複合材管 60、560 は、複数の特性が異なる材質を含んでもよい。他の変形例として、複合材管 60、560 は、衝撃エネルギーを吸収する方向に複数重ねた形態であってもよい。

【0128】

変形例として、複合材管 60、560 の中空部 60h、560h に、多孔質体が配置されていてもよい。

他の変形例として、複合材管 60、560 は、二重管又は多重管となるように構成されてもよい。具体的には、複合材管 60、560 は、複合材管 60、560 の中空部 60h、560h にさらに管形状の部材を有してもよく、複合材管 60、560 の外郭外部にさらに管形状の部材を有してもよい。また、前述のような形で複数の管形状を配する際、各々の管形状の間（例えば外管と内管の間）に別の材料を配してもよい。

20

【0129】

上記実施形態では、複合材管 60 は、管径方向に異なる層として、第一強化繊維 62a の層と第二強化繊維 62b の層を有している。

変形例として、複合材管 60 は、さらに、材種、繊維種、配向方向等のあらゆる観点からみて異なる層を有するものであってもよい。

例えば、複合材管 60 は、管径方向に互いに樹脂種が異なる層を有してもよい。

また、複合材管 60 は、管径方向に互いに繊維グレードが異なる層を有してもよい。

30

また、複合材管 60 は、管径方向に互いに繊維種（CF と GF 等）が異なる層を有してもよい。

また、複合材管 60 は、管径方向に互いにプリプレグ種（一方向材プリプレグ、織物プリプレグ等）が異なる層を有してもよい。

さらに、複合材管 60 は、CFRP 及び GFRP のハイブリットであってもよい。

複合材管 560 に第一強化繊維の層と第二強化繊維の層が適用される場合においても同様である。

【0130】

衝撃吸収部材は、複合材管 60、560 の周囲に衝撃吸収補助部材をさらに備えてもよい。

複合材管 60、560 の周囲に配される衝撃吸収補助部材としては、材質として金属、セラミック、樹脂、ゴム、木材等があるがこれに限定されるものではない。樹脂の材質としては、アクリル、ポリプロピレン、ポリスチレン、ウレタン、ポリエステル、フェノール、ポリフェニルサルフォン、ポリイミド、ポリメタクリルイミド等があるが、これに限定されるものではない。例えば、アクリル、特殊ポリエステル、ポリメタクリルイミド、ポリフェニルサルフォン等が好ましい。

40

複合材管 60、560 の周囲に配される衝撃吸収補助部材の構造としては、多孔質構造（ポーラス構造）又は穴あき構造がよく、多孔質構造が好ましい。

【0131】

多孔質構造を有する多孔質体の材質としては、金属、セラミック、樹脂、ゴム、木材等があるがこれに限定されるものではない。樹脂の材質としては、アクリル、ポリプロピレン

50

、ポリスチレン、ウレタン、ポリエステル、フェノール、ポリフェニルサルフォン、ポリイミド、ポリメタクリルイミド等があるが、これに限定されるものではない。アクリル、特殊ポリエステル、ポリメタクリルイミド、ポリフェニルサルフォンが好ましい。木材としてはバルサ材、米スギ材等が好ましい。

多孔質体の空隙率は40%～95%であり、好ましくは40%～87%、さらに好ましくは40%～81%で、さらに好ましくは44%～70%で、最も好ましくは49%～59%である。

多孔質体の比重としては、0.05～0.6が好ましく、その必要性に応じて0.1～0.2又は0.2～0.4がさらに好ましい。

【0132】

上記実施形態では、衝撃吸収部材が環状をなし、複合材管60、560が、衝撃吸収部材の中心軸線O1の径方向に延びる姿勢で中心軸線O1の周方向に配列されている。

このように、複数の複合材管60、560がまとまって同様の方向に配される場合、各衝撃吸収部材同士で、互いの複合材管60、560の向きは同様でなくてもよい。

【0133】

例えば、衝撃吸収部材が、中心軸線の周方向に配列された複数のブロック体を中心軸線に沿って複数層を積層させることで構成されている場合について例示する。

この場合、互いに積層されたブロック体同士で、複合材管60、560の姿勢が互いに異なっている場合もよい。

異なる向きの単層が集積されることで、荷重に対する方向性がロバストになる。方向性のズレ幅としては、荷重方向を0°とした場合に好ましくは±10°、より好ましくは±5°、最も好ましくは±2°である。

さらに、互いに積層されたブロック体同士で、中心軸線O1の周方向の端部が、互いにずれていてもよい。

各層の端部をずらすことで、周期的に高性能部分や低強度部分が集中することを抑制し、均一な性能を得られるだけでなく、組立時に隣り合うブロックを配する際、互いに嵌め合う形となり、組立のずれを防止できる。

【0134】

同様に、衝撃吸収部材が、中心軸線O1の周方向に配列された複数のブロック体から構成されており、ブロック体が、複数の複合材管60、560を中心軸線の直交する平面状で束ねてなる層状構造体を、中心軸線O1に沿って複数層を積層させたものを含んで構成されている場合について例示する。

この場合、互いに積層された各層状構造体同士で、複合材管60、560の姿勢が互いに異なっている場合もよい。

異なる向きの単層が集積されることで、荷重に対する方向性がロバストになる。方向性のズレ幅としては、荷重方向を0°とした場合に好ましくは±10°、より好ましくは±5°、最も好ましくは±2°である。

さらに、互いに積層された前記層状構造体同士は、前記中心軸線の周方向の端部が互いにずれていてもよい。

この場合も、各層の端部をずらすことで、周期的に高性能部分や低強度部分が集中することを抑制し、均一な性能を得られるだけでなく、組立時に隣り合うブロックを配する際、互いに嵌め合う形となり、組立のずれを防止できる。

【0135】

ブロック体は、荷重方向に積み重ねて構成されてもよい。

ブロック体を積み重ねる形態とすることで、各ブロック体の大きさを小さくすることができ、ブロック体の成形性向上、品質の安定化が可能となる。

また、各ブロック体の特性を変更することで、破壊形態や破壊の順番を制御することができる。

各ブロック体の大きさや形状は異なっても良く、ブロック体が積み重ねられた各層毎にブロック体の大きさや形状を変えることで設計自由度の向上が図れる。

10

20

30

40

50

さらに、ブロック体をずらして積み重ねることで、周期的に高性能部分や低強度部分が集中することを抑制し、均一な性能を得られる。

【 0 1 3 6 】

上記実施形態では、単層のFRPシートAを複数回巻いて内層65を形成し、次に単層のFRPシートBを複数回巻いて中間層64を形成し、さらに単層のFRPシートAを複数回巻いて外層63を形成することによって、複合材管60を形成している。

変形例として、単層のFRPシートAと単層のFRPシートBとを重ねて複数回（又は一回）巻いて、複合材管が形成されてもよいし、複数層のFRPシートAと複数層のFRPシートBとを重ねて複数回（又は一回）巻いて、複合材管が形成されてもよい。この場合、複合材管60は、FRPシートAの単層（又は複数層）と、FRPシートBの単層（又は複数層）とが交互に管径方向に積層された複合材管となる。

10

他の変形例として、単に複数層のFRPシートAを複数回（又は一回）巻いた後に、複数層のFRPシートBを巻いて、複合材管が形成されてもよい。逆に、複数層のFRPシートBを巻いた後に、複数層のFRPシートAを複数回（又は一回）巻いて、複合材管が形成されてもよい。

複合材管560に内層、中間層、外層を設ける場合においても同様である。

【 0 1 3 7 】

上記実施形態において、複合材管60、560の断面形状は円形であるが、変形例として、楕円形、多角形（四角形、六角形等）等であってもよく、加えて、六角形の場合、複合材管60、560の集合断面がハニカム断面でもあってもよく、さらにこれらに限定されない。衝撃吸収特性および成形性の観点からは円形が好ましい。

20

【 0 1 3 8 】

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 1 3 9 】

30

10 輸送容器

11 使用済み核燃料

20 緩衝体

30 ケーシング

31 凹部

32 環状空間

33 円盤状空間

40 衝撃吸収手段

40A 第一衝撃吸収部材

40B 第二衝撃吸収部材（衝撃吸収部材）

40

50 ブロック体

60 複合材管

60h 中空部

61 樹脂

62 繊維

62a 第一強化繊維

62b 第二強化繊維

63 外層

64 中間層

65 内層

50

- 7 0 層状構造体
- 1 0 0 キャスク
- 1 5 0 ブロック体
- 1 6 0 被埋込部材
- 5 0 0 キャスク
- 5 2 0 緩衝体
- 5 4 0 衝撃吸収手段
- 5 4 0 A 第一衝撃吸収部材
- 5 4 0 B 第二衝撃吸収部材 (衝撃吸収部材)
- 5 6 0 複合材管
- 5 6 0 b 根元
- 5 6 0 c キャップ
- 5 6 0 e 端面
- 5 6 0 h 中空部
- 5 6 0 m 山
- 5 6 0 v 谷
- 5 6 1 樹脂
- 5 6 2 繊維
- 5 9 0 基部
- 5 9 1 ピン
- S 1 管製造工程
- S 2 ブロック体製造工程
- S 3 組み立て工程
- S 1 ' 管製造工程
- S 2 ' ブロック体製造工程
- S 3 ' 組み立て工程
- O B J 衝突対象
- O 1 中心軸線
- O 2 管軸

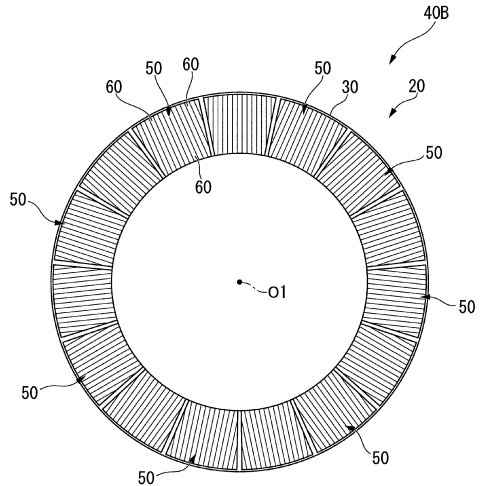
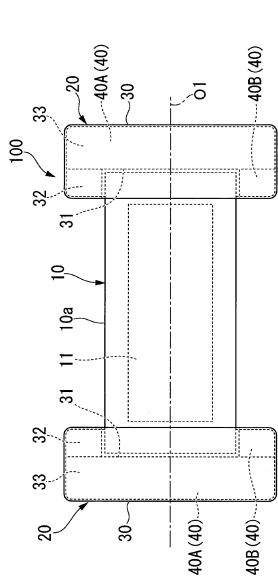
10

20

【 図 面 】
【 図 1 】

30

【 図 2 】



40

50

【図 3】

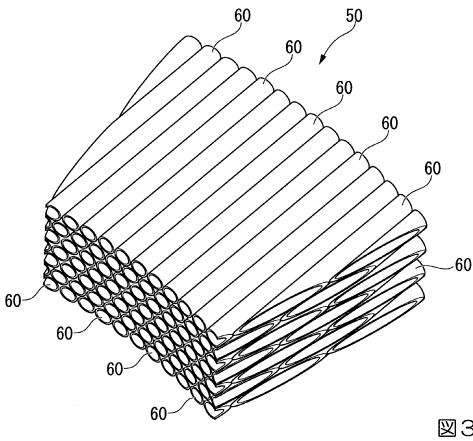


図 3

【図 4】

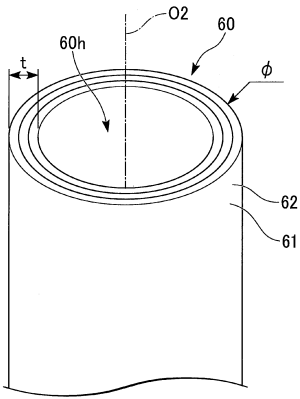


図 4

10

【図 5】

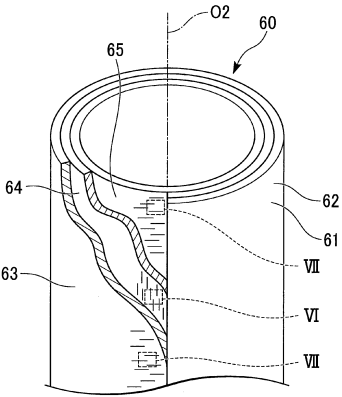


図 5

【図 6】

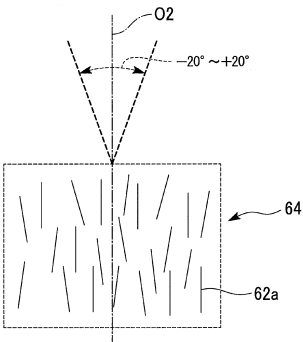


図 6

20

30

40

50

【図 7】

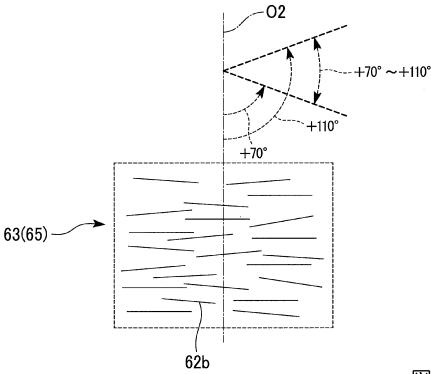


図 7

【図 8】

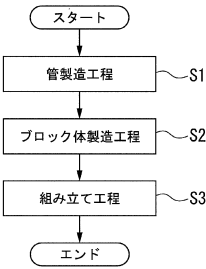


図 8

10

【図 9】

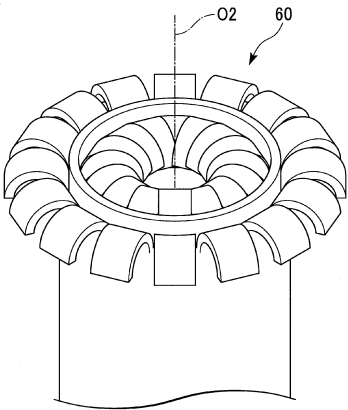


図 9

【図 10】

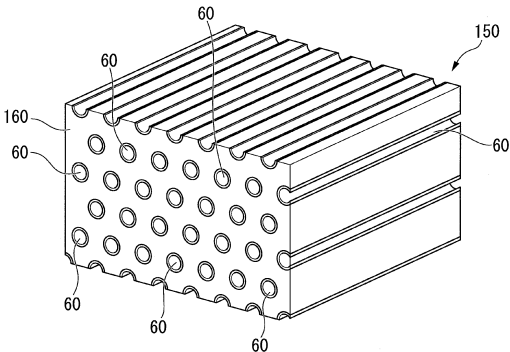


図 10

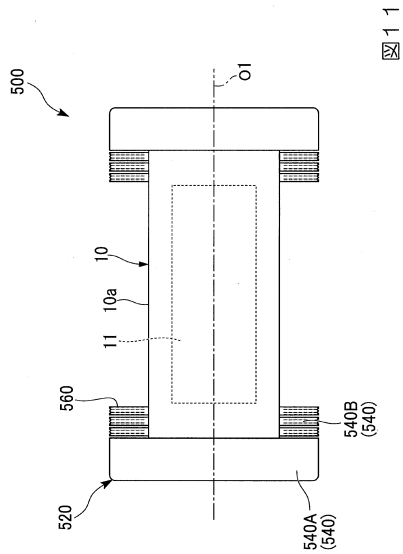
20

30

40

50

【図 1 1】



【図 1 2】

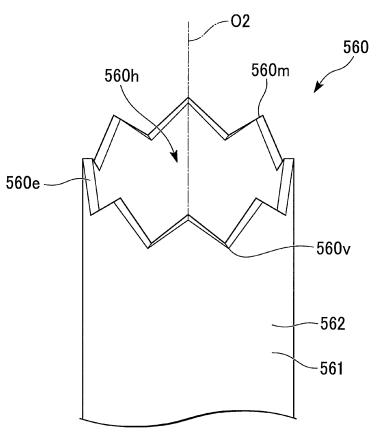


図 1 2

【図 1 3】

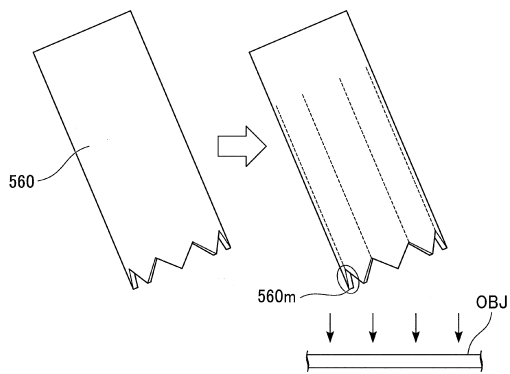


図 1 3

【図 1 4】

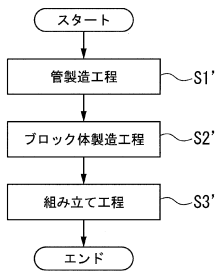


図 1 4

10

20

30

40

50

【図 15】

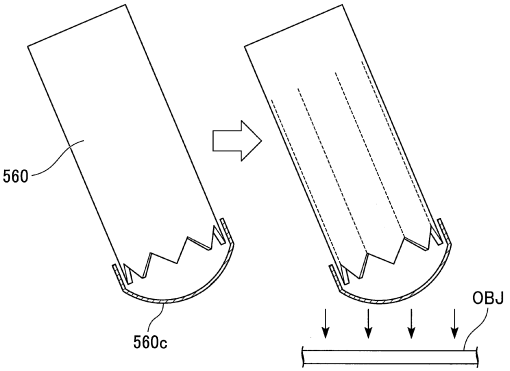


図 15

【図 16】

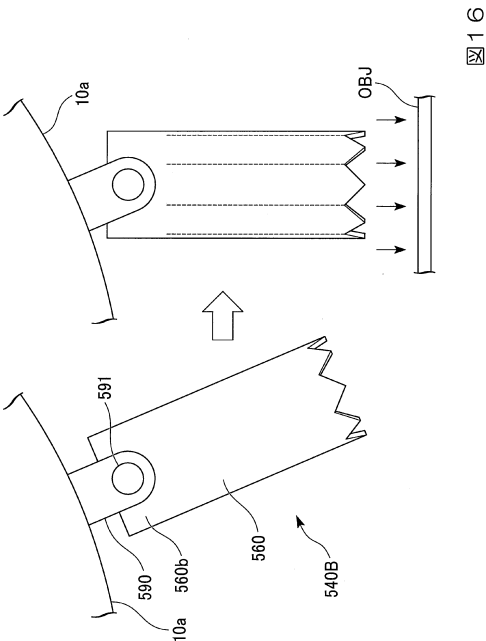


図 16

10

20

【図 17】

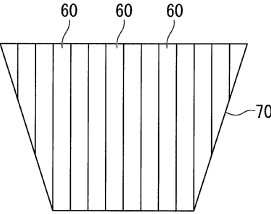


図 17

【図 18】

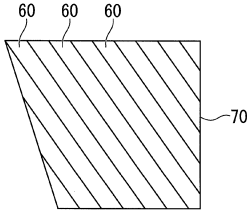


図 18

30

40

50

【図 19】

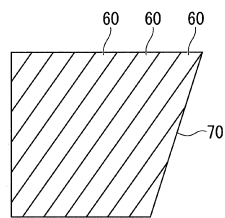


図 19

10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類	F I		
B 2 9 C 70/06 (2006.01)	G 2 1 C	19/32	1 0 0
B 2 9 C 70/30 (2006.01)	B 2 9 C	70/06	
B 2 9 K 105/08 (2006.01)	B 2 9 C	70/30	
B 2 9 L 23/00 (2006.01)	B 2 9 K	105:08	
	B 2 9 L	23:00	

- (72)発明者 寺田 愉考
東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内
- (72)発明者 阿部 健一郎
東京都港区港南二丁目 1 6 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 1 6 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 1 6 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 1 6 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 1 6 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 1 6 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 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内

審査官 児玉 由紀

- (56)参考文献 特開昭 6 2 - 0 1 7 4 3 8 (J P , A)
特開 2 0 0 0 - 2 4 0 7 0 6 (J P , A)
特開 2 0 1 5 - 1 7 5 4 3 0 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 0 0 2 9 9 8 (J P , A)
特開平 0 8 - 1 7 7 9 2 2 (J P , A)
特開平 0 6 - 3 0 0 0 6 7 (J P , A)
特開 2 0 0 3 - 0 5 6 6 1 7 (J P , A)
特開 2 0 1 7 - 1 1 4 5 6 4 (J P , A)
特開 2 0 0 6 - 3 8 1 2 8 (J P , A)
独国特許出願公開第 4 4 0 4 5 6 9 (D E , A 1)

- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
F 1 6 F 7 / 0 0 - 7 / 1 4
G 2 1 C 1 9 / 0 0 - 1 9 / 1 0
1 9 / 1 2 - 1 9 / 3 1 3
1 9 / 3 2 - 1 9 / 5 0
2 3 / 0 0
G 2 1 F 1 / 0 0 - 9 / 3 6
B 2 9 C 7 0 / 0 6
B 2 9 C 7 0 / 3 0
B 3 1 D 3 / 0 4