

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7508883号
(P7508883)

(45)発行日 令和6年7月2日(2024.7.2)

(24)登録日 令和6年6月24日(2024.6.24)

(51)国際特許分類	F I
B 2 9 C 70/46 (2006.01)	B 2 9 C 70/46
B 2 9 C 70/06 (2006.01)	B 2 9 C 70/06
B 2 9 C 33/76 (2006.01)	B 2 9 C 33/76
B 2 9 C 70/54 (2006.01)	B 2 9 C 70/54
B 2 9 L 24/00 (2006.01)	B 2 9 L 24:00

請求項の数 5 (全74頁)

(21)出願番号	特願2020-104767(P2020-104767)	(73)特許権者	501030533 株式会社北陸カラーフォーム 石川県能美市筋生町カ4番地1
(22)出願日	令和2年6月17日(2020.6.17)	(74)代理人	100105315 弁理士 伊藤 温
(65)公開番号	特開2021-194884(P2021-194884 A)	(72)発明者	中山 奈美 石川県能美市筋生町カ4番地1 株式会 社北陸カラーフォーム内
(43)公開日	令和3年12月27日(2021.12.27)	(72)発明者	近藤 祐市 石川県能美市筋生町カ4番地1 株式会 社北陸カラーフォーム内
審査請求日	令和5年5月12日(2023.5.12)	審査官	羽鳥 公一

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 繊維強化樹脂構造体の製造方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

柱状の発泡体と、前記発泡体の側面部の少なくとも一部を覆う繊維体と、を有する積層体であって、前記繊維体には未硬化状態の熱硬化性樹脂が含浸された積層体を準備し、前記発泡体の柱軸が湾曲するように前記積層体を湾曲させ、前記積層体に含まれる前記熱硬化性樹脂を熱硬化させる工程を含み、

前記発泡体のJIS K 6400-2:2012に準拠して測定した25%圧縮荷重が、1~2000kPaであることを特徴とする、繊維強化樹脂構造体の製造方法(前記発泡体として2次発泡可能な発泡体と;前記未硬化状態の熱硬化性樹脂及び気体が滲出可能なブリードホールを有し、且つ、前記積層体を覆う被覆体と;を用いる方法を除く)。

10

【請求項2】

前記積層体において、前記繊維体は、前記発泡体の側面部に1周以上巻回されている、請求項1に記載の製造方法。

【請求項3】

前記発泡体がオレフィン系樹脂発泡体である、請求項1又は2に記載の製造方法。

【請求項4】

前記発泡体が密度1~800kg/m³である、請求項1~3のいずれかに記載の製造方法。

【請求項5】

前記熱硬化させる工程後に前記積層体を冷却して、前記発泡体を収縮させる工程と、

20

前記発泡体を収縮させる工程後に前記積層体に含まれる前記発泡体を除去する工程とを含む、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、繊維体と樹脂とを含む繊維強化樹脂構造体の製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来から、CFRP等の強化繊維体と発泡体等の柔軟体とから構成される複合材料が提案されている（例えば、特許文献1参照）。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0003】

【文献】特開昭63-312136号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

特許文献1に記載の方法は、一部が湾曲しながらも、繊維強化由来の優れた強度を有するものであったが、決まった形状の繊維強化樹脂構造体しか製造することができなかった。

【0005】

そこで、本発明は、所定の優れた強度を有しながらも、種々の形状とすることが可能な、新規な繊維強化樹脂構造体の製造方法を提供することを課題とする。更に、本発明は、その製造方法によって製造可能な新規な繊維強化樹脂構造体を提供することを第2の課題とする。

【課題を解決するための手段】

【0006】

発明(I)は、

柱状の発泡体と、前記発泡体の側面部を1周以上巻回する繊維体と、を有する積層体であって、前記繊維体には未硬化状態の熱硬化性樹脂が含浸された積層体を準備し、前記積層体に外力を付加し、前記積層体に含まれる前記発泡体の断面形状を変形させ、前記積層体に含まれる前記熱硬化性樹脂を熱硬化させる工程を含み、

前記発泡体のJIS K6400-2:2012に準拠して測定した25%圧縮荷重が、1~2000kPaであることを特徴とする、繊維強化樹脂構造体の製造方法（前記発泡体として2次発泡可能な発泡体と；前記未硬化状態の熱硬化性樹脂及び気体が滲出可能なブリードホールを有し、且つ、前記積層体を覆う被覆体と；を用いる方法を除く）である。

前記発明(I)は、

前記発泡体がオレフィン系樹脂発泡体であってもよい。

前記発明(I)は、

前記発泡体が密度1~800kg/m³であってもよい。

前記発明(I)は、

前記発泡体の断面形状の変形が、減圧雰囲気にて実施されてもよい。

前記発明(I)は、

前記熱硬化させる工程後に前記積層体を冷却して、前記発泡体を収縮させる工程と、前記発泡体を収縮させる工程後に前記積層体に含まれる前記発泡体を除去する工程とを含んでもよい。

【0007】

発明(II)は、

柱状の発泡体と、前記発泡体の側面部の少なくとも一部を覆う繊維体と、を有する積層体であって、前記繊維体には未硬化状態の熱硬化性樹脂が含浸された積層体を準備し、前

10

20

30

40

50

記発泡体の柱軸が湾曲するように前記積層体を湾曲させ、前記積層体に含まれる前記熱硬化性樹脂を熱硬化させる工程を含み、

前記発泡体の J I S K 6 4 0 0 - 2 : 2 0 1 2 に準拠して測定した 2 5 % 圧縮荷重が、1 ~ 2 0 0 0 k P a であることを特徴とする、繊維強化樹脂構造体の製造方法（前記発泡体として 2 次発泡可能な発泡体と；前記未硬化状態の熱硬化性樹脂及び気体が滲出可能なブリードホールを有し、且つ、前記積層体を覆う被覆体と；を用いる方法を除く）である。

前記発明（ I I ）は、

前記積層体において、前記繊維体は、前記発泡体の側面部に 1 周以上巻回されていてもよい。

前記発明（ I I ）は、

前記発泡体がオレフィン系樹脂発泡体であってもよい。

前記発明（ I I ）は、

前記発泡体が密度 1 ~ 8 0 0 k g / m ³ であってもよい。

前記発明（ I I ）は、

前記熱硬化させる工程後に前記積層体を冷却して、前記発泡体を収縮させる工程と、前記発泡体を収縮させる工程後に前記積層体に含まれる前記発泡体を除去する工程とを含んでもよい。

【 0 0 0 8 】

発明（ I I I ）は、

柱状の第 1 の発泡体と、前記第 1 の発泡体の側面部を 1 周以上巻回する繊維体と、前記繊維体を介して前記第 1 の発泡体と近接する柱状の第 2 の発泡体と、を有する集合体であって、前記繊維体には未硬化状態の熱硬化性樹脂が含浸された集合体を準備し、前記集合体に含まれる前記熱硬化性樹脂を熱硬化させる工程を含み、

前記第 1 の発泡体及び第 2 の発泡体の J I S K 6 4 0 0 - 2 : 2 0 1 2 に準拠して測定した 2 5 % 圧縮荷重が、1 ~ 2 0 0 0 k P a であることを特徴とする、繊維強化樹脂構造体の製造方法（前記第 1 の発泡体として 2 次発泡可能な発泡体と；前記未硬化状態の熱硬化性樹脂及び気体が滲出可能なブリードホールを有し、且つ、前記集合体を覆う被覆体と；を用いる方法を除く）である。

前記発明（ I I I ）は、

前記工程は、前記集合体に含まれる前記熱硬化性樹脂を熱硬化させる前に、前記集合体に外力を付加し、前記第 1 の発泡体および前記第 2 の発泡体の断面形状を変形させる変形プロセスを含んでもよい。

前記発明（ I I I ）は、

前記集合体は、前記第 1 の発泡体と、前記第 1 の発泡体の側面部を 1 周以上巻回する前記繊維体と、前記第 2 の発泡体と、前記第 2 の発泡体の側面部を 1 周以上巻回する繊維体と、を有しており、且つ、前記第 1 の発泡体の側面部を 1 周以上巻回する前記繊維体と前記第 2 の発泡体の側面部を 1 周以上巻回する前記繊維体とが接触しているものであってもよい。

前記発明（ I I I ）は、

前記第 1 の発泡体および前記第 2 の発泡体がオレフィン系樹脂発泡体であってもよい。

前記発明（ I I I ）は、

前記第 1 の発泡体および前記第 2 の発泡体が密度 1 ~ 8 0 0 k g / m ³ であってもよい。

前記発明（ I I I ）は、

前記変形プロセスが、減圧雰囲気にて実施されてもよい。

前記発明（ I I I ）は、

前記熱硬化させる工程後に前記集合体を冷却して、前記第 1 の発泡体および前記第 2 の発泡体を収縮させる工程と、

前記第 1 の発泡体および前記第 2 の発泡体を収縮させる工程後に前記集合体に含まれる前記第 1 の発泡体および前記第 2 の発泡体を除去する工程と

10

20

30

40

50

を含んでもよい。

【0009】

発明(IV)は、

柱状の第1の発泡体と、前記第1の発泡体の側面部の少なくとも一部を覆う繊維体と、前記繊維体を介して前記第1の発泡体と近接する柱状の第2の発泡体と、を有する集合体であって、前記繊維体には未硬化状態の熱硬化性樹脂が含浸された集合体を準備し、前記発泡体の柱軸が湾曲するように前記集合体を湾曲させ、前記集合体に含まれる前記熱硬化性樹脂を熱硬化させる工程を含み、

前記第1の発泡体及び第2の発泡体のJIS K6400-2:2012に準拠して測定した25%圧縮荷重が、1~2000kPaであることを特徴とする、繊維強化樹脂構造体の製造方法(前記第1の発泡体として2次発泡可能な発泡体と;前記未硬化状態の熱硬化性樹脂及び気体が滲出可能なブリードホールを有し、且つ、前記集合体を覆う被覆体と;を用いる方法を除く)である。

10

前記発明(IV)は、

前記工程は、前記集合体に含まれる前記熱硬化性樹脂を熱硬化させる前に、前記集合体に外力を付加し、前記第1の発泡体および前記第2の発泡体の断面形状を変形させる変形プロセスを更に含んでもよい。

前記発明(IV)は、

前記集合体において、前記繊維体は、前記第1の発泡体の側面部に1周以上巻回されていてもよい。

20

前記発明(IV)は、

前記集合体は、前記第1の発泡体と、前記第1の発泡体の側面部を1周以上巻回する前記繊維体と、前記第2の発泡体と、前記第2の発泡体の側面部を1周以上巻回する繊維体と、を有しており、且つ、前記第1の発泡体の側面部を1周以上巻回する前記繊維体と前記第1の発泡体の側面部を1周以上巻回する前記繊維体とが接触しているものであってもよい。

前記発明(IV)は、

前記第1の発泡体および前記第2の発泡体がオレフィン系樹脂発泡体であってもよい。

前記発明(IV)は、

前記第1の発泡体および前記第2の発泡体が密度1~800kg/m³であってもよい。

30

前記発明(IV)は、

前記変形プロセスが、減圧雰囲気にて実施されてもよい。

前記発明(IV)は、

前記熱硬化させる工程後に前記集合体を冷却して、前記第1の発泡体および前記第2の発泡体を収縮させる工程と、

前記第1の発泡体および前記第2の発泡体を収縮させる工程後に前記集合体に含まれる前記第1の発泡体および前記第2の発泡体を除去する除去工程と

を含んでもよい。

【発明の効果】

【0010】

本発明によれば、優れた強度を有しながらも、種々の形状とすることが可能な、新規な繊維強化樹脂構造体の製造方法を提供することができる。更に、本発明によれば、新規な繊維強化樹脂構造体を提供することができる。

40

【図面の簡単な説明】

【0011】

【図1】図1は、第1実施の形態を説明する図であり、特に、図1(a)は、繊維シートと柔軟体とを直接積層している状態を説明する斜視図であり、図1(b)は、第1多層積層体を示す斜視図である。

【図2】図2は、第1実施の形態を説明する図であり、特に、図2(a)は、繊維シートと柔軟体とを直接積層している状態を説明する斜視図であり、図2(b)は、芯材に繊維

50

シートを巻回している状態を説明する斜視図であり、図 2 (c) は、芯材に繊維シートが複数回巻回された状態を説明する斜視図であり、図 2 (d) は、未硬化状態の渦積層体を示す斜視図であり、図 2 (e) は、硬化後の硬化渦積層体を示す斜視図である。

【図 3】図 3 は、第 1 実施の形態を説明する図であり、特に、図 3 (a) は、繊維シートと柔軟体とを直接積層している状態を説明する斜視図であり、図 3 (b) は、芯材に繊維シートを巻回している状態を説明する斜視図であり、図 3 (c) は、芯材に繊維シートが複数回巻回された状態を説明する斜視図であり、図 3 (d) は、未硬化状態の第 1 円筒積層体を示す斜視図であり、図 2 (e) は、硬化後の硬化第 1 円筒積層体を示す斜視図である。

【図 4】図 4 は、第 1 実施の形態を説明する図であり、特に、図 4 (a) は、第 1 多層積層体を示す斜視図であり、図 4 (b) は、第 1 多層積層体を切断している状態を説明する斜視図であり、図 4 (c) は、第 2 多層積層体を説明するための斜視図であり、図 4 (d) は、芯材に繊維シートを巻回している状態を説明する斜視図であり、図 4 (e) は、芯材に繊維シートが巻回された状態を説明する斜視図であり、図 4 (f) は、未硬化状態の第 2 円筒積層体を示す斜視図であり、図 4 (e) は、硬化後の硬化第 2 円筒積層体を示す斜視図である。

10

【図 5】図 5 は、第 1 実施の形態を説明する図であり、特に、図 5 (a) は、繊維シートと柔軟体との積層状態を説明する断面図であり、図 5 (b) は、繊維シートに含浸されたエネルギー性硬化樹脂が柔軟体に染み出ている状態を説明する断面図であり、図 5 (c) は、繊維シートに含浸されたエネルギー性硬化樹脂が柔軟体に染み出つつ硬化していく状態を説明する断面図であり、図 5 (d) は、柔軟体に染み出たエネルギー性硬化樹脂が硬化した状態を説明する断面図である。

20

【図 6】図 6 は、第 1 実施の形態を説明する図であり、特に、図 6 (a) は、硬化渦積層体を切断して切断渦積層体を得る状態を説明する斜視図であり、図 6 (b) は、硬化第 1 円筒積層体を切断して切断第 1 円筒積層体を得る状態を説明する斜視図である。

【図 7】図 7 は、第 1 実施の形態を説明する図であり、特に、図 7 (a) は、硬化第 1 多層積層体を示す斜視図であり、図 7 (b) は、硬化第 1 多層積層体を切断している状態を説明する斜視図であり、図 7 (c) は、板部材に第 2 切断積層体を並べて配置している状態を説明する斜視図であり、図 7 (d) は、一對の板部材間に複数の第 2 切断積層体が介在している状態を説明する斜視図である。

30

【図 8】図 8 は、第 1 実施の形態を説明する図であり、特に、図 8 (a) は、一對の板部材間に複数の切断渦積層体が介在している状態を説明する斜視図であり、図 8 (b) は、一對の板部材間に複数の切断第 1 円筒積層体が介在している状態を説明する斜視図である。

【図 9】図 9 は、第 1 実施の形態の変形例を説明する図であり、特に、図 9 (a) は、第 3 多層積層体を示す斜視図であり、図 9 (b) は、第 3 多層積層体を切断している状態を説明する斜視図であり、図 9 (c) は、第 3 多層積層体に繊維シートを直接積層することで第 4 多層積層体を得る状態を説明する斜視図であり、図 9 (d) は、硬化第 4 積層体を示す斜視図である。

【図 10】図 10 は、第 2 実施の形態にかかる屈曲円柱積層体を示す平面図である。

【図 11】図 11 は、第 2 実施の形態を説明する図であり、特に、図 11 (a) は、円柱状の発泡体に繊維シートを巻回して円柱積層体を得る状態を説明する斜視図であり、図 11 (b) は、円柱積層体を一列に並べることで円柱積層体群を得る状態を説明する斜視図であり、図 11 (c) は、円柱積層体群を切断して第 1 切断円柱積層体群を得る状態を説明する斜視図であり、図 11 (d) は、一對の繊維シートにて第 1 切断円柱積層体群を挟む状態を説明する斜視図であり、図 11 (e) は、特殊平板積層体に対して硬化工程を行うことで、硬化特殊平板積層体を得る状態を説明する斜視図である。

40

【図 12】図 13 は、第 2 実施の形態を説明する図であり、特に、図 13 (a) は、円柱状の発泡体に繊維シートを巻回して円柱積層体を得る状態を説明する斜視図であり、図 13 (b) は、円柱積層体群を互いに重ね合わせた状態を説明する斜視図であり、図 13 (c) は、互いに重ね合わせた複数の円柱積層体群を切断して第 2 切断円柱積層体群を得る

50

状態を説明する斜視図であり、図 13 (d) は、第 2 切断円柱積層体群を示す斜視図であり、図 13 (e) は、特殊ブロック積層体に対して硬化工程を行うことで、硬化特殊ブロック積層体を得る状態を説明する斜視図である。

【図 13】図 15 は、第 2 実施の形態を説明する図であり、特に、図 15 (a) は、円柱状の発泡体に繊維シートを巻回して円柱積層体を得る状態を説明する斜視図であり、図 15 (b) は、円柱積層体群を束状に束ねる状態を説明する斜視図であり、図 15 (c) は、円柱積層体束を切断して切断円柱積層体束を得る状態を説明する斜視図であり、図 15 (d) は、切断円柱積層体束を示す斜視図であり、図 15 (e) は、特殊円柱積層体に対して硬化工程を行うことで、硬化特殊円柱積層体を得る状態を説明する斜視図である。

【図 14】図 14 は、第 I の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。 10

【図 15】図 15 は、第 I の実施形態の変更例に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。

【図 16】図 16 は、第 I の実施形態の変更例に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。

【図 17】図 17 は、第 I I の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。

【図 18】図 18 は、第 I I の実施形態の変更例に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。

【図 19】図 19 は、第 I I の実施形態の変更例に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。 20

【図 20】図 20 は、第 I I I の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。

【図 21】図 21 は、第 I I I の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。

【図 22】図 22 は、第 I I I の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。

【図 23】図 23 は、第 I I I の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。

【図 24 - 1】図 24 - 1 は、第 I I I の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。 30

【図 24 - 2】図 24 - 2 は、第 I I I の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。

【図 25】図 25 は、第 I I I の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。

【図 26】図 26 は、第 I I I の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。

【図 27】図 27 は、第 I I I の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。

【図 28】図 28 は、第 I I I の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。 40

【図 29】図 29 は、第 I I I の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。

【図 30】図 30 は、第 I I I の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。

【図 31】図 31 は、第 I I I の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。

【図 32 - 1】図 32 - 1 は、第 I V の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。

【図 32 - 2】図 32 - 2 は、第 I V の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製 50

造方法を示す斜視図である。

【図 3 3 - 1】図 3 3 - 1 は、第 I V の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。

【図 3 3 - 2】図 3 3 - 1 は、第 I V の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。

【図 3 4】図 3 4 は、第 I V の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体およびその製造方法を示す斜視図である。

【図 3 5】図 3 5 は、変形例 1 に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。

【図 3 6】図 3 6 は、変形例 2 に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。

【図 3 7】図 3 7 は、変形例 3 に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。

10

【図 3 8 - 1】図 3 8 - 1 は、変形例 4 に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。

【図 3 8 - 2】図 3 8 - 2 は、変形例 4 に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。

【図 3 9】図 3 9 は、変形例 5 に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。

【図 4 0】図 4 0 は、変形例 6 に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。

【図 4 1】図 4 1 は、変形例 7 に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。

【図 4 2】図 4 2 は、変形例 7 に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。

【図 4 3】図 4 3 は、変形例 8 に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。

【図 4 4】図 4 4 は、変形例 9 に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。

【図 4 5】図 4 5 は、変形例 1 0 - 1 乃至 3 に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。

20

【発明を実施するための形態】

【0 0 1 2】

以下、本発明について具体的に説明するが、本発明は以下には何ら限定されない。特に矛盾の生じない範囲で、ある実施の形態にて開示された事項と、別の実施の形態にて開示された事項とを組み合わせ得られる構成も、本発明に含まれる。

【0 0 1 3】

また、各実施形態の説明において、別の実施形態にて既に述べられている事項については、特に説明なく省略することがある。例えば、同様の材料を示す箇所には、同様の符号を付すことによって、その記載を省略または簡略化する場合がある。また、各図において、同様の符号が付された事項については、説明を省略または簡略化する場合がある。なお、後述する第 1 ~ 第 2 の実施形態と、後述する第 I ~ 第 I V の実施形態とで同じ符号が振られている場合には、異なる部材が開示されているものと判断してもよい。

30

【0 0 1 4】

本発明において、「円」とは楕円を含むものとする。

【0 0 1 5】

本発明において、「多角形」等と表現した場合、一部に直線的な辺を有する等し、円や不定形とは異なる構造であり、全体として多角形乃至は多角形に近似すると判断できるのであればよい。そのため、一部の辺が丸みを帯びているような形状や、辺同士が緩やかに接続されているような形状も、「多角形」の概念に含まれるものとする。また、単に「多角形」とした場合、好ましくは正多角形を示すが、正多角形以外の構成も含むものとする。

40

【0 0 1 6】

本明細書においては、図で見て上下左右方向についてはそのまま「上下左右」とする。

【0 0 1 7】

以下、第 1 ~ 第 2 の実施の形態という観点と、第 I ~ 第 I V の実施の形態という観点と、の二つの観点に基づいて本発明を説明する。

【0 0 1 8】

第 1 ~ 第 2 の実施の形態と第 I ~ 第 I V の実施の形態とは、相互に、重複する部分や相違する部分が存在する。第 1 ~ 第 2 の実施の形態の説明に記載されており、第 I ~ 第 I V の実施の形態の説明に記載されていない事項を、矛盾の生じない範囲で、第 I ~ 第 I V の

50

実施の形態に適宜組み込むことが可能である。

【 0 0 1 9 】

なお、以下に説明する繊維強化樹脂構造体の製造方法は、発泡体として2次発泡可能な発泡体を用い、且つ、未硬化状態の熱硬化性樹脂及び気体が滲出可能なブリードホールを有する被覆体で積層体を覆う工程を含んでいてもよいが、このような工程を含まないことが好ましい。2次発泡可能な発泡体を使用せず、また、未硬化状態の熱硬化性樹脂等が滲出可能なブリードホールを有するような被覆体によって積層体を覆う工程を設けない場合、発泡体の2次発泡の制御という不要な工程を省き、且つ、ブリードホールから必要な熱硬化性樹脂が流出することを防止できるため、より強度や外観性に優れた繊維強化樹脂構造体を製造することができる。

10

【 0 0 2 0 】

< < < < 第 1 ~ 2 の実施形態 > > > >

< < < < 第 1 の実施形態 > > > >

先ず、第1実施の形態について説明する。この第1実施の形態では、エネルギー硬化性樹脂が含浸した繊維体と柔軟体とを直接積層させ、未硬化積層体を得るか、又は、繊維体と柔軟体とを直接接触させた後、前記繊維体にエネルギー硬化樹脂を含浸させ、未硬化積層体を得る積層工程と、

前記未硬化積層体にエネルギーを付与して、前記未硬化積層体を構成する前記繊維体中に含まれる前記エネルギー硬化性樹脂を硬化させる硬化工程とを含む、強化繊維体と柔軟体とを含む複合材料の製造方法である。以下、原料、プロセス、複合材料の順で説明する。

20

【 0 0 2 1 】

< < 1 . 原料 > >

(1 - 1 . 繊維体)

本発明にかかる繊維体としては、その形状や大きさ等について、特に限定しないが、例えばシート状の繊維シートを用いることができる。この繊維シートは、繊維が集合したシートである限りにおいて、特に限定されず、例えば、織布（綾織、2重織り、3重織り、畳織り等）、不織布が挙げられる。

【 0 0 2 2 】

繊維シートの厚みは、特に限定されず、適宜選択可能である。繊維シートは、厚みが薄すぎると繊維シートの強度や弾性率など力学的性質が低くなる恐れがある。従って、本発明にかかる繊維シートの厚みは、例えば、20 μm ~ 500 μm が好ましく、30 μm ~ 300 μm がより好ましく、30 μm ~ 200 μm が特に好ましい。また、このような繊維シートを複数積層させてもよい。なお、チョップドストランドマットやコアマット等、厚みが数mmの繊維シートであっても良いことは言うまでもない。

30

【 0 0 2 3 】

繊維シートを形成する繊維は、特に限定されず、公知のものを使用することができ、金属繊維、無機繊維、有機繊維のうち少なくとも1種を含むことができる。前記繊維としては、例えば、ステンレス鋼繊維、ニッケル繊維、銅繊維、アルミニウム繊維、銀繊維、金繊維、チタン繊維等の金属繊維；ポリパラフェニレンベンズオキサゾール、ポリエチレンテレフタレート（PET）樹脂、ポリビニルアルコール（PVA）、ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、アラミド樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリパラフェニレンベンズオキサゾール（PBO）繊維、セルロース、ビニロン、ナイロン、レ-ヨン、アラミド、フェノ-ル系繊維、フッ素繊維、パルプ（繊維）、ケナフ、麻、竹繊維等の有機繊維；ガラス繊維、炭素繊維、シリカ繊維、ロックウ-ル、バサルト繊維、スラグウ-ル、アルミナ繊維、セラミック繊維等の無機繊維；等を挙げることができる。これらのうち一つ又は複数を組み合わせて用いることができる。本発明にかかる繊維は、シール材に用いられる樹脂やマトリックス樹脂等のヤング率よりも高いヤング率を有する繊維が好ましく、金属繊維、無機繊維がより好ましい。繊維のヤング率が高いほど繊維シートの剛性を高くすることが可能であり、前記樹脂に包埋した際、

40

50

樹脂の剛性を効果的に向上させることが可能となる。従って、剛性が高く、破損し難いシート材を得ることが可能となる。

【0024】

(1-1-1. 繊維シートの製造方法)

繊維シートの製造方法は、公知の方法を用いることができる。例えば、好適例である不織布を製造する方法としては、カーディング方式、エアレイド方式等の乾式法、紙のように漉いて形成する湿式抄造法、スパンボンド法、メルトブロー法等のフリース形成法；サーマルボンド法、ケミカルボンド法、ニードルパンチ法、スパンレース法（水流絡合法）、ステッチボンド法、スチームジェット法等のフリース結合法が挙げられる。このうち、湿式抄造法による製造方法が、繊維シートを薄くすることが可能であり、さらに均一性の点で優れているため好適である。

10

【0025】

(1-2. 熱硬化性樹脂)

熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ポリビニルエステル樹脂、フェノール樹脂、ポリウレタン樹脂、アクリル系樹脂、メラミン樹脂、尿素樹脂、ベンゾグアナミン樹脂、ロジン変性マレイン酸樹脂、ロジン変性フマル酸樹脂等を用いることができる。これらは1種単独で使用してもよく、2種以上を併用してもよい。

【0026】

熱硬化性樹脂は、その他の硬化性樹脂として、エネルギー線硬化樹脂を含むことができる。エネルギー線硬化樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、アクリル系樹脂、シリコン系樹脂、ポリエステル系樹脂などが挙げられる。これらは1種単独で使用してもよく、2種以上を併用してもよい。

20

【0027】

熱硬化樹脂と繊維シートとの体積比は、熱硬化樹脂と繊維シートの全体積を100体積%とした場合に、繊維シートの体積分率（ファイバー分率）は15～85体積%とすることができ、25～85体積%が好ましく、45～80体積%がより好ましい。繊維シートの体積分率（ファイバー分率）がかかる範囲にある場合には、硬化後の繊維強化樹脂構造体は、欠陥が少なく、座屈などの破壊を起こしにくく、機械的強度に優れたものとなる。

【0028】

(1-3. 柔軟体)

柔軟体としては、柱状の発泡体を用いる。この発泡体は、独立気泡発泡体であっても、連続気泡発泡体であってもよく、独立気泡と連続気泡の両方を含む発泡体でもよい。なお、ここで示す独立気泡発泡体とは、完全に全ての気泡が独立しているもののみを示すのではなく、一部の気泡が隣接する気泡と連通していてもよく、全体として独立気泡発泡体と解される程度に、各気泡が独立していればよい。

30

【0029】

ここで、発泡体が独立気泡と連続気泡を含む場合には、その独立気泡と連続気泡の平均の割合（以降、独立気泡率とする）は、特に限定されないが、例えば、独立気泡率が、0.1～99.9%とすることができ、好ましくは10.0%～99.9%、より好ましくは30.0～99.9%、さらに好ましくは、50.0～99.9%とすることができる。なお、独立気泡のみを含む発泡体が最も好ましい。独立気泡を多く含む場合は、発泡体の内部に密封された空気層が多く存在するので、発泡体が加熱された際、樹脂自体の熱膨張に加え、密閉された空気層が熱膨張し、発泡体が繊維体を押圧する力を強くすることができる。このため発泡体が、後述する熱硬化工程において加熱された際、熱膨張がより強く発生し、繊維体を押圧することで成型性（皺や燃れなどがなく、形状を所望の形状とすること）をさらに優れたものとするのが可能となり、硬化後冷却時収縮することで、積層体から発泡体を除去しやすくなる。

40

【0030】

発泡体に含まれる独立気泡率は、発泡体の断面を顕微鏡や走査型電子顕微鏡を用いて観察し、撮影した画像において、単位面積当たりの独立気泡と連続気泡の個数をそれぞれ数

50

え、独立気泡の個数を気泡全体（独立気泡と連続気泡の全て）の個数で除して100を乗じたものとする。なお、この独立気泡率の測定を、同一の発泡体の無作為に選んだ断面10か所において繰返し、それぞれ求めた独立気泡率の平均値を、発泡体の独立気泡率とする。

【0031】

発泡体を構成する樹脂としては特に限定されず、オレフィン系樹脂、ウレタン系樹脂、スチレン系樹脂、フェノール系樹脂およびシリコン系樹脂等、用途に応じて適宜選択すればよい。また、発泡体を構成するものとしては他に、天然ゴム（NR）、クロロプレンゴム（CR）、エチレンプロピレンジエンゴム（EPDM）およびニトリルゴム（NBR）等もあり、これらも用途に応じて適宜選択すればよい。なお、これらのうち、オレフィン系樹脂が好ましく用いることができる。オレフィン系樹脂は、例えば、ポリエチレンとポリプロピレンの配合を調整するなどして、繊維体の硬化温度と、繊維体の硬化温度における発泡体の熱膨張の程度とを調整することが容易である。即ち、発泡体が、後述する熱硬化工程において加熱され、熱膨張した際、繊維体を発泡体が押圧することで成型性（皺や燃れなどがなく、形状を所望の形状とすること）を優れたものとするのが可能であるが、この押圧の程度をオレフィン樹脂、例えば、ポリエチレン及びポリプロピレンの配合の割合を変えることで熱膨張の程度を調整することが可能であり、繊維体の形状に合わせて成型性を優れたものとするができる。なお、ポリエチレンとポリプロピレンの配合比、架橋の有無、架橋度を調整することにより、発泡体の柔軟性（硬度）・熱膨張・濡れ性（親和性）・軟化点等の調整が容易となる。

10

20

【0032】

発泡体を構成する樹脂は、繊維体に含まれる未硬化の樹脂との親和性を考慮して自由に選択することができる。発泡体を構成する樹脂と繊維体に含まれる未硬化の樹脂の親和性が高ければ、積層体を発泡体に巻回する作業が容易となる一方で、加熱硬化後の発泡体の除去が困難になる場合がある。このため、発泡体を構成する樹脂と繊維体に含まれる未硬化の樹脂の親和性を調整することが好ましい。

【0033】

発泡体を構成する樹脂と繊維体に含まれる未硬化の樹脂の親和性を調整するためには、発泡体を構成する樹脂と繊維体に含まれる未硬化の樹脂の濡れ性（例えば、接触角又は表面エネルギー）を調整すればよく、親和性を高くするためには、発泡体を構成する樹脂と繊維体に含まれる未硬化の樹脂の接触角（又は、表面エネルギー）を選べばよい。親和性を高くする場合には、発泡体を構成する樹脂と繊維体に含まれる未硬化の樹脂の接触角（又は、表面エネルギー）を近い値とすればよく、親和性を低くする場合には発泡体を構成する樹脂と繊維体に含まれる未硬化の樹脂の接触角、表面エネルギーを離れた値とすればよい。

30

【0034】

発泡体を構成する樹脂と繊維体に含まれる未硬化の樹脂の接触角の差としては、特に限定されないが、 0° 超 $\pm 90^\circ$ 未満とすることができる。発泡体を構成する樹脂と繊維体に含まれる未硬化の樹脂の接触角の差がかかる範囲にある場合には、発泡体に繊維体を巻回することが容易であるとともに、加熱硬化後に発泡体の除去も容易となる。

40

【0035】

発泡体を構成する樹脂の軟化点は、特に限定されず、繊維体に用いられる熱硬化樹脂の硬化温度に合わせて選択することができる。例えば、発泡体を構成する樹脂の軟化点は、繊維体に用いられる熱硬化性樹脂の硬化温度よりも10以上高い軟化点とすることができる。例えば、熱硬化性樹脂を、エポキシ樹脂とした場合には、発泡体を構成する樹脂の軟化点は、60～200とすることができ、80～160が好ましく、100～150がより好ましい。発泡体を構成する樹脂の軟化点がかかる範囲にある場合には、発泡体は、加熱時に、発泡体として十分な熱膨張性を有しつつ、十分な強度（例えば引張強度）を有するため、成型時に優れた成型性（皺や燃れなどがなく、形状を所望の形状とすること）が可能となる。

50

【0036】

発泡体は、中実体であることが好ましい。また、発泡体は、発泡体外径の $1/2$ 以上、 $1/3$ 以上、 $1/4$ 以上、 $1/5$ 以上、 $1/10$ 以上、 $1/15$ 以上、または、 $1/20$ 以上となる径の孔（貫通孔／中空部）を有しないことが好ましい。つまり、発泡体は、発泡体の内径／外径の比が、 $1/2$ 以下、 $1/3$ 以下、 $1/4$ 以下、 $1/5$ 以下、 $1/10$ 以下、 $1/15$ 以下、 $1/20$ 以下、 $1/50$ 以下、または $0/1$ （つまり、発泡体が中実体）であることが好ましい。発泡体をこのような構成とすることで、発泡体を変形／湾曲させた際に、発泡体の座屈を防止することができる。

【0037】

発泡体は、増粘剤、可塑剤、滑剤、充填剤、難燃剤、着色剤、酸化防止剤、補強剤、導電材料等の公知の添加成分を含有していてもよい。

10

【0038】

発泡体の密度は、特に限定されないが、例えば、 1 kg/m^3 以上、 2 kg/m^3 以上、 3 kg/m^3 以上、 4 kg/m^3 以上、 5 kg/m^3 以上、 10 kg/m^3 以上、 15 kg/m^3 以上とすればよく、また、 800 kg/m^3 以下、 700 kg/m^3 以下、 600 kg/m^3 以下、 500 kg/m^3 以下、 250 kg/m^3 以下、 100 kg/m^3 以下、 50 kg/m^3 以下とすればよい。なお、上限値と下限値とを任意に組み合わせて、所望の数値範囲とすることができる。例えば、 $5\sim 800\text{ kg/m}^3$ とすることができ、 $5\sim 500\text{ kg/m}^3$ が好ましく、 $10\sim 250\text{ kg/m}^3$ がより好ましい。発泡体の密度がかかる範囲にある場合には、加熱時に、発泡体として十分な熱膨張性を有しつつ、十分な強度（例えば引張強度）を有するため、成型時に優れた成型性（皺や燃れなどがなく、形状を所望の形状とすることが可能となる。発泡体の密度は、JIS K7222：2005「発泡プラスチック及びゴム 見掛け密度の求め方」に従って測定した見かけの密度である。なお、発泡体の密度の逆数を発泡倍率として表現する場合もある。

20

【0039】

発泡体の 25 における引張破断伸びは、 25% 超 400% 未満であり、好ましくは 50% 超 350% 未満、より好ましくは 80% 超 300% 未満である。発泡体の 25 における引張破断伸びが、かかる範囲にあれば、後述する変形工程において積層体を変形させる際に十分に変形が可能であり、さらに熱膨張率が適度な範囲に調整できる、このため、発泡体が、後述する熱硬化工程において加熱された際、繊維体を強く押圧することが可能となり成型性（皺や燃れなどがなく、形状を所望の形状とすること）をさらに優れたものとすることができる。

30

【0040】

発泡体の 25 における引張破断伸びは、JIS K6767「発泡プラスチック - ポリエチレン - 試験方法」に準拠して、発泡体を3号ダンベル試験片に加工して測定する。

【0041】

発泡体の 25 における引張強度は、特に限定されないが、例えば、 0.05 MPa 以上とすることができ、好ましくは 0.1 MPa 以上であり、より好ましくは、 0.2 MPa 以上とすることができる。発泡体の 25 における引張強度の上限値は、特に限定されないが、例えば、 20 MPa 以下とすることができる。発泡体の 25 における引張強度がかかる範囲にある場合には、後述する変形工程において、発泡体は十分な強度を有し、発泡体が繊維体を均一に押圧することが可能になる。このため、発泡体が、熱硬化工程において加熱された際、繊維体を強く押圧することが可能となり成型性（皺や燃れなどがなく、形状を所望の形状とすること）をさらに優れたものとするすることができる。

40

【0042】

発泡体の 25 における引張強度は、JIS K6767「発泡プラスチック - ポリエチレン - 試験方法」に準拠して、発泡体を3号ダンベル試験片に加工して測定することができる。

【0043】

発泡体の 25 における引裂強度は、特に限定されないが、例えば、 0.5 N/mm 以

50

上とすることができ、好ましくは 0.8 N/mm 以上であり、より好ましくは、 1.0 N/mm 以上とすることができる。発泡体の25における引裂強度の上限値は、特に限定されないが、例えば、 50 N/mm 以下とすることができる。発泡体の25における引裂強度がかかる範囲にある場合には、後述する変形工程において、発泡体は十分な強度を有し、発泡体が繊維体を均一に押圧することが可能になる。このため、発泡体が、熱硬化工程において加熱された際、繊維体を強く押圧することが可能となり成型性（皺や撚れなどがなく、形状を所望の形状とすること）をさらに優れたものとするすることができる。

【0044】

発泡体の25における引裂強度は、JIS K6767「発泡プラスチック - ポリエチレン - 試験方法」に準拠して測定することができる。

10

【0045】

発泡体の25における25%圧縮荷重（硬さ）は、特に限定されないが、例えば、 $1\sim 2000\text{ kPa}$ とすることができ、 $5\sim 1000\text{ kPa}$ が好ましく、 $10\sim 500\text{ kPa}$ がより好ましく、 $10\sim 200\text{ kPa}$ がさらに好ましい。発泡体の25%圧縮荷重が、かかる範囲にある場合には、繊維体を発泡体に巻回することが容易であり、後述する変形工程において積層体を変形させる際に十分に変形が可能であり、さらに後述する熱硬化工程では熱膨張に加え発泡体自身の反発力が作用できる。このため、発泡体が熱硬化工程において加熱された際、繊維体を強く押圧することが可能となり成型性（皺や撚れなどがなく、形状を所望の形状とすること）をさらに優れたものとするすることができる。

【0046】

発泡体の25における25%圧縮荷重は、JIS K6400-2:2012「軟質発泡材料 - 物理特性 - 第2部：硬さ及び圧縮応力 - ひずみ特性の求め方」に記載のD法によって求めることができる、

20

【0047】

発泡体の熱伝導率は、特に限定されないが、例えば、 $0.01\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上とすることができ、好ましくは、 $0.02\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上、より好ましくは $0.03\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以上である。発泡体の熱伝導率の上限値は、特に限定されないが、例えば、 $0.2\text{ W/m}\cdot\text{K}$ 以下とすることができる。発泡体の熱伝導率がかかる範囲にある場合には、発泡体が、後述する熱硬化工程において加熱された際、短時間で、発泡体を均一に加熱することができるため、発泡体を均一に熱膨張させることが可能となる。このため、発泡体が繊維体を押圧する力のバラツキが小さくなり、成型性（皺や撚れなどがなく、形状を所望の形状とすること）をさらに優れたものとするすることができる。

30

【0048】

発泡体の熱伝導率は、JIS A1412-1:2016「熱絶縁材の熱抵抗及び熱伝導率の測定方法 - 第1部：保護熱板法（GHP法）」に記載の方法で測定することができる。

【0049】

発泡体の線熱膨張率は、特に限定されないが、例えば、 0.01% 以上とすることができ、 0.05% 以上が好ましく、 0.10% 以上がより好ましく、 1.00% 以上がさらに好ましい。発泡体の線熱膨張率の上限値は、特に限定されないが、 10.00% 以下とすることができる。発泡体の線熱膨張率がかかる範囲にある場合には、発泡体が、後述する熱硬化工程において加熱された際、繊維体を強く押圧することが可能となり成型性（皺や撚れなどがなく、形状を所望の形状とすること）をさらに優れたものとするすることができる。

40

【0050】

発泡体の線熱膨張率は、発泡体を 3 mm 幅 $\times 25\text{ mm}$ 長 $\times 2\text{ mm}$ 厚に加工し、熱機械分析装置（TMA）を用いて、引張りモードでチャック間距離を 10 mm 、荷重 5 g 、窒素雰囲気下、25から85まで $1/\text{min}$ で昇温した後、85から25まで $1/\text{min}$ で降温し、再び25から85まで $1/\text{min}$ で昇温し、この際の2度目の昇温時の85での線熱膨張率を測定する方法で測定することができる。

50

【 0 0 5 1 】

このような発泡体は、公知の方法によって製造可能である。発泡体の製造方法としては、例えば、水系液体分散媒と、水分散性樹脂と、を少なくとも含む液状原料混合物を得る工程である原料調製工程と、液状原料混合物を発泡させ発泡混合物を得る発泡工程と、発泡混合物中の分散媒を蒸発させる乾燥工程と、を含む方法が挙げられる。また、発泡工程の前または後に、ドクターナイフまたはドクターロール等を用いて液状原料混合物または発泡混合物を塗工したり、液状原料混合物または発泡混合物を押出成形または射出成形することで、発泡混合物をシート状に成形したりしてもよい。また、ゴムスポンジ等を所望の形状に型成型したり、ブロック状に発泡成形した発泡体をスライス加工、切削加工、研磨加工等によりシート状、紐状、円柱状等の所望の形状にしたりしても良い。なお、これらの工程は、その一部又は全部が同時に実行されてもよい。

10

【 0 0 5 2 】

発泡工程における発泡手段としては、例えば、化学反応によりガスが発生する発泡剤を液状原料混合物に配合することで気泡を成形する方法、高圧下で適宜のガスを液状原料混合物に溶解させた後に圧力を低下させる又は加熱を行うことで気泡を成形する方法、液状原料混合物に混合した可溶性の物質を除去し空隙として気泡を成形する方法、空気や適宜のガスが抱き込まれるように液状原料混合物を機械的に攪拌する方法（メカニカルフロス）等が挙げられる。

【 0 0 5 3 】

発泡工程における発泡条件（温度、時間等）、および、乾燥工程における乾燥条件（温度、時間等）は、発泡体の原料や使用した発泡手段等に応じて適宜変更可能である。

20

【 0 0 5 4 】

また、柔軟体の形状、大きさ等については特に限定されず、シート状の柔軟体シートや円筒状の柔軟体の他、円柱状、四角柱状、六角柱状、あるいは断面形状が星形状、半円形状の柔軟体等を適宜選択可能であり、柔軟体として発泡体を用いた場合も同様である。

【 0 0 5 5 】

< < 2 . プロセス > >

(2 - 1 . 積層工程)

この積層工程では、概して、繊維シートと、柔軟体とを直接積層する工程である。この積層工程においては、様々な形状や厚さの繊維体および柔軟体を用いることができる。この積層工程のパターンについては、特に限定しないが、以下に列挙する各種パターンが挙げられる。

30

【 0 0 5 6 】

(2 - 1 - 1 . 積層工程のパターン 1)

このパターン 1 では、図 1 に示すように、予めエネルギー硬化性樹脂が含浸した未硬化状態である繊維シート 1 と、板状の柔軟体 3 とを用いる。この繊維シート 1 に予めエネルギー硬化性樹脂を含浸する方法としては、例えば、エネルギー硬化性樹脂の未硬化粘性液体原料に繊維シート 1 を浸すディッピングや、複数の横置硬質ロールの間に繊維シート 1 を通過させて上述の未硬化粘性液体原料を塗るロールコーティング、或いは、いわゆるハンドレイアップ成形法や R I M P（レジンインフュージョン）成形法等を挙げることができるが、これらに限定されない。なお、繊維シート 1 については 1 枚のシートを用いても良いし、複数枚のシートを重ね合わせたものとして使用しても良く、特に限定しない。これについては以後も同様である。

40

【 0 0 5 7 】

このパターン 1 では、図 1 (a) に示すように、平面上に載置した繊維シート 1 の上面に柔軟体 3 の下面を直接重ね合わせ、この柔軟体 3 の上面に、他の繊維シート 1 の下面を直接重ね合わせた後、他の繊維シート 1 の上面と他の柔軟体 3 の下面を直接重ね合わせるということを繰り返し行う。これにより、それぞれの繊維シート 1 とそれぞれの柔軟体 3 とがそれぞれ面接触し、柔軟体 3 は、繊維シート 1 に含浸されている未硬化のエネルギー硬化樹脂によって、繊維シート 1 に対して仮接着された状態となる。このような積層工程

50

のパターン 1 によって、図 1 (b) に示すように、繊維シート 1 および柔軟体 3 が何層にも積み重なったブロック状の第 1 多層積層体 5 を得る。

【 0 0 5 8 】

(2 - 1 - 2 . 積層工程のパターン 2)

このパターン 2 では、上述のパターン 1 で述べた繊維シート 1 と柔軟体 3 とを用いる。図 2 (a) および図 3 (a) に示すように、柔軟体 3 の上面および下面 (柔軟体 3 の両面) にそれぞれ、繊維シート 1、1 を直接重ね合わせることによって、一对の繊維シート 1、1 間に柔軟体 3 が介在した状態の単層積層体 7 を得る。なお、単層積層体 7 としては、柔軟体 3 の片面にのみ繊維シート 1 を直接積層したものであっても良い。

【 0 0 5 9 】

(2 - 1 - 3 . 積層工程のパターン 3)

このパターン 3 では、図 4 (a) に示す上述の第 1 多層積層体 5 に対して、図 4 (b) に示す切断工程 (これについては後述する) を経て得た第 1 切断積層体 5 a を用いる。図 4 (c) に示すように、この第 1 切断積層体 5 a のうち、切断方向に沿った両面にそれぞれ、上述の繊維シート 1 と同様な他の繊維シート 1 A、1 B を直接積層することによって、図 4 (d) に示す第 2 多層積層体 8 を得る。

【 0 0 6 0 】

なお、上述の積層工程のパターン 1 ~ 3 については、予め繊維シートにエネルギー硬化性樹脂を含浸させた場合を例にとって説明したが、これに代えて、繊維シート 1 と柔軟体 3 とを直接積層させた後に、上述のパターン 1 で述べた含浸方法と同様にして、繊維シート 1 にエネルギー硬化性樹脂を含浸させるようにしても良いことは言うまでもない。

【 0 0 6 1 】

(2 - 2 . 巻回工程)

この巻回工程では、上述のパターン 2、3 で得たそれぞれの積層体 7、8 を巻回する工程である。これらの積層体 7、8 については、繊維シート 1 と柔軟体 3 とからなるため、この状態でも可撓性を有しており、曲げ、捻じり等の变形加工を容易に行うことができる。本実施の形態では、これらの变形加工のうち、曲げ加工の一種である巻回工程を一例に採用して、以下に列挙して説明するが、これに限定されないことは言うまでもない。

【 0 0 6 2 】

(2 - 2 - 1 . 巻回工程のパターン 1)

このパターン 1 では、上述の積層工程のパターン 2 で得た単層積層体 7 を用いる (図 2 (a) 参照)。図 2 (b) および図 2 (c) に示すように、例えば、金属パイプ、樹脂チューブおよび円筒形状に形成した発泡体等からなる芯 S に対して、単一積層体 7 を複数回、巻回する。このため、このパターン 1 の単層積層体 7 の長さは、芯 S の外周長さの数倍程度 (巻回回数に応じた程度) に設定されている。芯 S に単層積層体 7 を複数回、巻回した後、芯 S を引き抜くことによって (芯 S を除去することによって)、図 2 (d) に示すように、単層積層体 7 が複数積層された渦巻き状の渦積層体 9 を得る。

【 0 0 6 3 】

(2 - 2 - 2 . 巻回工程のパターン 2)

このパターン 2 でも、上述の積層工程のパターン 2 で得た単層積層体 7 を用いる (図 3 (a) 参照)。このパターン 2 では、図 3 (b) および図 3 (c) に示すように、芯 S に対して、単一積層体 7 を何重にも巻回する。すなわち、芯 S の外周長さと略同じ長さの単一積層体 7 を、その両端面同士が接合するように巻回し、その外側にさらに、上述の単層積層体 7 よりもわずかに長い別の単一積層体 7 を、その両端面同士が接合するように巻回することを複数回繰り返す。その後、芯 S を引き抜くことによって、図 3 (d) に示すように、単一積層体 7 が複数積層された円筒状の第 1 円筒積層体 11 を得る。

【 0 0 6 4 】

(2 - 2 - 3 . 巻回工程のパターン 3)

このパターン 3 では、上述の積層工程のパターン 3 で得た第 2 多層積層体 8 であって、その長さが芯 S の外周長さと略同じ長さに設定された第 2 多層積層体 8 を用いる。図 4 (

10

20

30

40

50

d) および図4(e)に示すように、芯Sに対して、第2多層積層体8を巻回する。すなわち、第2多層積層体8を、巻回方向における両端面同士が接合するように巻回した後、芯Sを引き抜くことによって、図4(f)に示す円筒状の第2円筒積層体13を得る。

【0065】

この第2円筒積層体13にあっては、第2多層積層体8における一方の面に直接積層された他の繊維シート1Aの外周面が、第2円筒積層体13の外周面を形成し、第2多層積層体6における他方の面に直接積層された他の繊維シート1Bの外周面が、第2円筒積層体13の内周面を形成している。また、これらの繊維シート1A、1B間には、第1切断積層体5aの繊維シート1および柔軟体3が、第2円筒積層体13の長手方向に沿って延びているとともに、他の繊維シート1A、1Bに対して交差する位置関係となっている。換言すれば、繊維シート1および柔軟体3はそれぞれ、他の繊維シート1A、1Bに対して起立しかつ第2円筒積層体13の長手方向に沿って延びたリブ構造をなしている。

10

【0066】

なお、上述の渦積層体9、第1円筒積層体11および第2円筒積層体13のそれぞれの中心軸線に沿う中空部の内径については、互いに異なる径の芯Sを用いることによって適宜調整可能であることは言うまでもない。また、上述の巻回工程のパターン1~3については、各種の積層体7、8を巻回するために芯Sを用いていたが、これに限らず、芯Sを用いずに、各種の積層体7、8をその端部から渦巻き状に直接巻回することによって、渦積層体9を得たり、各種の積層体7、8を巻回するように直接曲げていき、その巻回方向の両端部同士を、繊維シート1に含浸された未硬化のエネルギー硬化性樹脂によって仮接着させることで第1円筒積層体11および第2円筒積層体13を得たりするようにしても良い。

20

【0067】

(2-3. 硬化工程)

この硬化工程では、上述の積層工程のパターン1~3で得た第1多層積層体5、単層積層体7、第2多層積層体8、巻回工程のパターン1~3で得た渦積層体9、第1円筒積層体11、第2円筒積層体13(以後、これらを総括して「積層体5等」という。)に対してエネルギーを付与する。この付与するエネルギーについては、積層体5等に対して加熱をすることによるものであり、エネルギー線を照射することによるもの等をさらに含んでもよい。図5(a)~図5(c)に示すように、積層体5等に対するエネルギーの付与により、積層による仮接着状態の積層体5等の繊維シート1に含浸されていたエネルギー硬化性樹脂がそれぞれの柔軟体3に染み出つつ(入り込みつつ)硬化していく。

30

【0068】

この硬化したエネルギー硬化性樹脂が、繊維シート1と柔軟体3とを接着(アンカー効果)する接着部Gとなって、繊維シート1と柔軟体3とが一体化する。また、繊維シート1はその含浸していたエネルギー硬化性樹脂が硬化することによって硬化繊維シート1Xとなる。その結果、第1多層積層体5が硬化第1多層積層体5A(図7(a)参照)となり、単層積層体7が硬化単層積層体となり(図示省略)、第2多層積層体8が硬化第2多層積層体となり(図示省略)、渦積層体9が硬化渦積層体9A(図2(e)参照)となり、第1円筒積層体11が硬化第1円筒積層体11A(図3(e)参照)、第2円筒積層体13が硬化第2円筒積層体13A(図4(g)参照)となる(以後、これらを総括して「硬化積層体5A等」という)。このように硬化工程を経ることで、複合材料としての硬化積層体5A等を得ることとなる。このようにして得た硬化積層体5A等については、その繊維シート1と柔軟体3との接合に接着剤等を用いないので、接着剤等の劣化による破損を防止することができる。

40

【0069】

次に、硬化積層体5A等のうち、図示のある硬化積層体5Aの構成について図を参照しながら説明する。すなわち、図7(a)に示す硬化第1多層積層体5Aは、含浸したエネルギー硬化性樹脂を硬化させた硬化繊維シート1Xと柔軟体3の層を複数有し、これらの硬化繊維シート1Xと柔軟体3とは接着部Gによって一体化しているものとなっている。

50

【 0 0 7 0 】

また、図 2 (e) に示す硬化渦積層体 9 A も、含浸したエネルギー硬化性樹脂を硬化させた硬化繊維シート 1 X と柔軟体 3 とが、中心軸線を中心に複数回巻回しつつ、かつ、中心軸線に対してラジアル方向に拡大する複数の層を形成しており、これらの層における硬化繊維シート 1 X と 3 とは接着部 G によって一体化しているものとなっている。

【 0 0 7 1 】

さらに、図 3 (e) に示す硬化第 1 円筒積層体 1 1 A についても、円筒状に形成され、含浸したエネルギー硬化性樹脂を硬化させた硬化繊維シート 1 X と、この繊維体の内周面または外周面の少なくとも一方の面に接着した円筒状の柔軟体 3 とを有し、これらの硬化繊維シート 1 X と柔軟体 3 とは接着部 G によって一体化しているものとなっている。

10

【 0 0 7 2 】

また、図 4 (g) に示すように、硬化第 2 円筒積層体 1 3 A は、円筒状に形成され、含浸したエネルギー硬化性樹脂を硬化させた第 1 円筒繊維体 1 Y と、この第 1 円筒繊維体 Y よりも径の小さい円筒状に形成され、第 1 円筒繊維体 1 Y の中空部に第 1 円筒繊維体 1 Y と同心になるように配置されているとともに、含浸したエネルギー硬化性樹脂を硬化させた第 2 円筒繊維体 1 Z と、第 1 および第 2 円筒繊維体 1 Y、1 Z の間に介在した状態で、第 1 および第 2 円筒繊維体 1 Y、1 Z の長手方向に沿って延び、第 1 円筒繊維体 1 Y の内周面および第 2 円筒繊維体 1 Z の外周面にそれぞれ接触しているとともに、含浸したエネルギー硬化性樹脂を硬化させた細長い板状の介在繊維体 1 K と、第 1 および前記第 2 円筒繊維体 1 Y、1 Z と互いに対峙する一対の介在繊維体 1 K、1 K とで形成された内部空間に配置されているとともに、第 1 円筒繊維体 1 Y の内周面、第 2 円筒繊維体 1 Z の外周面および介在繊維体 1 K、1 K の互いの対向面それぞれ接触した柔軟体 3 とを備えている。

20

【 0 0 7 3 】

また、硬化第 2 円筒積層体 1 3 A は、この柔軟体 3 における第 1 および第 2 円筒繊維体 1 Y、1 Z と介在繊維体 1 K、1 K との接触部分には、接着部 G によって一体化しているものとなっている。また、第 1 および第 2 円筒繊維体 1 Y、1 Z と複数の介在繊維体 1 K との接触部分も接着部 G によって接着されて一体化しているものとなっている。この例では、その繊維シート 1 と柔軟体 3 との接合、繊維シート 1、1 A、1 B の接着に接着剤等を用いないので、接着剤等の劣化による破損を防止することができる。また、内側の第 1 円筒繊維体 1 Y と、外側の第 2 円筒繊維体 1 Z との間に、複数の介在繊維 1 K が、それぞれの繊維体 1 Y、1 Z に対して起立したリブのように配置されているため、単なる円筒形状のものに比して、その強度を高めて変形しにくい硬化第 2 円筒積層体 1 3 A を得ることができる。

30

【 0 0 7 4 】

(2 - 4 . 切断工程)

この切断工程では、上述の積層工程や巻回工程で得た硬化前の積層体 5 等や、硬化工程で得た硬化後の硬化積層体 5 A 等を、これらよりも小さく切断するものである。この切断工程では積層体 5 等や硬化積層体 5 A 等をどのような形状や大きさに切断しても良く、そのパターンについては特に限定しないが、これらのいくつかの例を以下に述べる。

【 0 0 7 5 】

(2 - 4 - 1 . 切断工程のパターン 1)

このパターン 1 では、積層工程のパターン 1 で得た硬化前の第 1 多層積層体 5 を切断する。図 4 (b) に示すように、第 1 多層積層体 5 を、その繊維シート 1 や柔軟体シート 3 が水平になるように平面上に載置した状態で、縦に薄く切断することにより、積層工程のパターン 3 で用いられる硬化前の第 1 切断積層体 5 a を得る。なお、この第 1 切断積層体 5 a については、上述のように、積層工程のパターン 3 にて第 2 多層積層体 8 とされ、巻回工程のパターン 3 にて第 2 円筒積層体 1 3 とされた後、硬化工程を経て複合材料としての硬化第 2 円筒積層体 1 3 A となる。

40

【 0 0 7 6 】

(2 - 4 - 2 . 切断工程のパターン 2)

50

このパターン2では、図7(a)に示す硬化工程を経た硬化後の硬化第1多層積層体5Aを切断する。図7(b)に示すように、硬化第1多層積層体5Aを、その繊維シート1や柔軟体シート3が水平になるように平面上に載置した状態で、縦に薄く切断することにより、硬化後の硬化第2切断積層体5Bを得る。

【0077】

(2-4-3.切断工程のパターン3)

このパターン3では、硬化工程を経て硬化した硬化渦積層体9Aや硬化第1円筒積層体11Aを切断する。図6(a)および図6(b)に示すように、硬化渦積層体9Aや硬化第1円筒積層体11をその長手方向における所定幅に輪切りにする(スライスする)ことで、複合材料としての硬化切断渦積層体9Bや硬化切断第1円筒積層体11Bを得る。なお、図示は省略するが、硬化後の第2円筒積層体13Aを同様に切断して、複合材料としての硬化切断第2円筒積層体を得るようにしても良いことは言うまでもない。

10

【0078】

<<3.複合材料>>

ここでは、上述の各工程を経て得た複合材料について説明する。

(3-1.複合材料のパターン1)

このパターン1は、図7に示すように、切断工程のパターン2で得た複合材料としての硬化第2切断積層体5B、5C、5Dを用いた一例である(なお、図7においては、煩雑さを避けるため、硬化第2切断積層体の符合としては、5B、5C、5Dのみを付し、これらからなる全体の塊を硬化第2積層体群5Zとする)。図7に示すように、複数の第2切断積層体5B、5C、5Dを、樹脂製の板等といった第1板部材15、17のうち、下の第1板部材15の上面に対して、第2切断積層体5B、5C、5Dのそれぞれの硬化繊維シート1Xおよび柔軟体3がリブのように起立した状態(換言すれば、板部材15、17の板面に対して、硬化繊維シート1Xと柔軟体3とが交差する方向(図7(c)においては垂直方向)に延びている状態)になるように載置する。

20

【0079】

また、この載置の際において、硬化第2切断積層体5Bの硬化繊維シート1Xおよび柔軟体3の延出方向と、この硬化第2切断積層体5Bに隣り合う他の硬化第2切断積層体5C、5Dの硬化繊維シート1Xおよび柔軟体3の延出方向とが互いに交差するように(図7(c)においては直交している)、一の硬化第2切断積層体5Cと他の硬化第2切断積層体5Dとを載置する。これを繰り返して第1板部材15の上面の略全体に亘って硬化第2切断積層体5B、5C、5Dを敷き詰めてなる硬化第2積層体群5Zを得る。その後、第1板部材15の上面と硬化第2積層体群5Zの下面とを接着した状態で、上の第2板部材17の下面と硬化第2積層体群5Z上面とを接着することによって、板部材15、17の補強を図ることができる。なお、このパターン1では、一对の板部材15、17を用いたが、これに限らず、板部材15、17のいずれか一方のみを用いるようにしても良いことは言うまでもない。

30

【0080】

(3-2.複合材料のパターン2)

このパターン2は、図8(a)および図8(b)に示すように、複合材料のパターン1と同様な板部材15、17の間に、複数の硬化切断渦積層体9B又は複数の硬化切断第1円筒積層体11Bを互いに隣接するように並べて配置する。その後、板部材15の上面と複数の硬化切断渦積層体9B又は複数の硬化切断第1円筒積層体11Bのそれぞれの下面とを接着し、板部材17の下面と複数の硬化切断渦積層体9B又は複数の硬化切断第1円筒積層体11Bのそれぞれの上面とを接着する。これによって板部材15、17の補強を行うことができる。

40

【0081】

なお、このパターン2では、切断積層体9B又は切断第1円筒積層体11Bと板部材15、17とを接着した例であったが、これに限定されず、例えば、板部材15、17に貫通孔を形成し、この貫通孔に切断積層体9B又は切断第1円筒積層体11Bを嵌め込むこ

50

とで板部材の補強を図っても良い。また、板部材 15、17として柔軟体3と同様な発泡体を用い、この板部材15、17に上述と同様な貫通孔を形成した後、この貫通孔に未硬化の渦積層体9、第1円筒積層体11、第2円筒積層体13を嵌め込んだ後に、硬化工程を行うことで、硬化板部材を得るようにしても良い。この場合、貫通孔のない板部材を所望する場合には、例えば、芯Sを用いずに各種の積層体7、8をその端部から渦巻き状に直接巻回することによって、中空部のない渦積層体9を設け、これを板部材の貫通孔に嵌め込むようにすれば良い。

【0082】

本発明は、上述の第1実施の形態に限定されず、その要旨を逸脱しない範囲内で種々の変更が可能である。この変形例においては、上述の第1実施の形態と同様な箇所には同様の符合を付することによって、その説明を省略又は簡略化するものとする。

10

【0083】

上述の第1実施の形態においては、積層工程のパターン1では、図1(b)等にも示すように、同じ幅(厚み)の柔軟体3を用いたが、これに限定されず、互いに幅や硬度、あるいは密度等の異なる柔軟体を用いるようにしても良い。この具体例の一例として、図9に示すものが挙げられ、以下、これについて上述の各種工程を織り交ぜながら説明する。

【0084】

図9に示す例では、繊維シート1と所定幅の柔軟体3aとこれよりも幅の小さい柔軟体3bとを用いて積層工程を行うことで、図9(a)に示すように、繊維シート1および柔軟体3a、3bが何層にも積み重なったブロック状の第3多層積層体19を得る。すなわち、上下に延びる第3多層積層体19の中央部は、相対的に薄い柔軟体3bと繊維シート1とが交互に積み重なることによってなり、第3多層積層体19の上部および下部は、相対的に厚い柔軟体3aと繊維シート1とが交互に積み重なることによってなっている。

20

【0085】

次に、図9(b)に示すように、この第3多層積層体19を縦に薄く切断する切断工程を行うことによって、第3切断積層体23を得る。そして、図9(c)に示すように、この第3切断積層体23の片面にさらに、別の繊維シート24を直接積層する積層工程を行うことにより、第4多層積層体25を得る。この第4多層積層体25は、未硬化の繊維シート1と柔軟体3とからなるため、この状態でも可撓性を有しており、曲げ、捺じり等の変形加工を容易に行うことができる。このため、第4多層積層体25を、その中央部を中心に軽く曲げる曲げ工程を行うことができる(図9(d)参照)。そして、この曲げた第4多層積層体25に対して上述の硬化工程を行う。

30

【0086】

ここで、第4多層積層体25においては、図9(c)に示すように、繊維シート24に対して、それぞれの繊維シート1がリップのように略垂直に起立した状態で延びている。また、繊維シート24から起立しているとともに互いに隣り合う繊維シート1、1との間に介在している柔軟体3は、これらの繊維シート1、1、24に面接触して仮接着状態となっている。このため、図9(e)に拡大して示すように、硬化工程を行うと、上述のように、繊維シート1、1、24からそれぞれ染み出たエネルギー硬化樹脂が柔軟体3に染み出て硬化する。すなわち、硬化工程によって、繊維シート1、1、24がそれぞれ、硬化繊維シート1X、1X、24Xとなり、柔軟体3に染み出て硬化したエネルギー硬化樹脂が、柔軟体3と硬化繊維シート1X、1X、24Xとの接着部Gとなって、これらを一体化する。同様に、繊維シート1、1、24のそれぞれの接触部分も、染み出て硬化したエネルギー硬化樹脂による接着部Gによって接着されて一体化する。これによって、複合材料としての硬化第4多層積層体25Aを得ることができる。なお、未硬化の繊維シート1、1、24に代えて、これらの少なくとも1つが硬化後の硬化繊維シート1X、1X、24Xであってもよく、この場合でも同様な作用効果を奏する。

40

【0087】

換言すれば、この硬化第4多層積層体25Aは、含浸したエネルギー硬化樹脂を硬化させた第1繊維体である硬化繊維シート24Xと、この硬化繊維シート24Xに対して起

50

立した状態で配置され、含浸したエネルギー硬化性樹脂を硬化させた第2繊維体である複数の硬化繊維シート1X、1Xと、硬化繊維シート24Xおよび互いに隣り合う硬化繊維シート1X、1Xにそれぞれ接触した柔軟体3とを備え、この柔軟体3における硬化繊維シート1X、1X、24Xとの接触部分には、これらの硬化繊維シート1X、1X、24Xに含浸されていたエネルギー硬化性樹脂にエネルギーを付与して硬化する際に、硬化繊維シート1X、1X、24Xの少なくとも1つに含浸されていたエネルギー硬化性樹脂が染み出て硬化したエネルギー硬化性樹脂からなる接着部Gを備えているといえる。

【0088】

このようにして得られた硬化第4多層積層体25Aは、硬化繊維シート24Cと、この硬化繊維シート24Cに対して起立した複数の硬化繊維シート1Cとを有しているため、単純な板状の硬化繊維シートに比して強度が高い。また、上述のように、硬化前の状態であれば、曲げ、捺じり等の変形加工を容易に行うことができるため、所望の形状の複合材料を得ることが容易である。なお、上述の複合材料のパターン1において、板部材15、17に代えて、エネルギー硬化樹脂を含浸させた繊維シート1を用いて硬化工程を行った場合も、同様の作用効果を奏することは言うまでもない。

10

【0089】

ここで、図9に示す例では、中央部の柔軟体3aの幅が、上部および下部の柔軟体3bの幅よりも大きかったが、これに限定されず、例えば、上部および下部の柔軟体3bの幅が、中央部の柔軟体3aの幅の方が大きくなるようにしても良く、これらの幅によって、曲げ可能角度をある程度調整することができるようになる。要は、用途に応じた幅の柔軟体3を用いるようにすれば良く、その幅等については適宜設定可能である。

20

【0090】

また、図9に示す例では、第4多層積層体25に対して硬化工程を行うことで、複合材料としての硬化第4多層積層体を得たが、これに限定されず、例えば、図9(a)に示す第3多層積層体19に対して硬化工程を行うことで、複合材料の硬化第3多層積層体を得たり、あるいは、図9(b)に示す第3切断積層体23に対して硬化工程を行うことで、複合材料としての硬化第3切断積層体を得るようにしたりしても良いことは言うまでもない。この場合、例えば、曲面を有する離型可能な型に繊維シート24を積層し、そこに硬化第3切断積層体を配置することによって合わせることに基づいて複合材料を得ることができる。また、この硬化第3切断積層体については、上述の複合材料のパターン1で述べた複数の第2積層体5b、5c、5d(図7参照)の代わりに用いるようにしても良い。

30

【0091】

上述の第1実施の形態では、積層工程としては、水平な状態の繊維シート1と柔軟体3とを互いに交互に積層させていたが、例えば、図2に示す芯Sに対して、繊維シート1を1回又は複数回巻回し、その外側に柔軟体3を巻回し、さらにその外側に繊維シート1を1回又は複数回巻回するというのを繰り返すことによって、円筒状の積層体を得るようにしても良い。また、第1多層積層体5の各側面の少なくとも1つに繊維シート1を積層しても良い。要は、繊維シート1と柔軟体3とが直接積層されていれば特に限定しない。また、図7に示す硬化第2積層体群5Zの上面、下面、各側面の少なくとも1つに繊維シート1を積層した後に繊維シート1を硬化したりするようにしても良く、硬化後の積層体と未硬化の繊維シートとを適宜組み合わせるようにしても良い。

40

【0092】

<<<<第2の実施形態>>>>

次に、第2実施の形態を説明する。

この第2実施の形態は、

エネルギー硬化性樹脂が含浸した繊維体と柔軟体とを直接積層させ、未硬化積層体を得るか、又は、繊維体と柔軟体とを直接接触させた後、前記繊維体にエネルギー硬化樹脂を含浸させ、未硬化積層体を得る積層工程と、

前記未硬化積層体を変形させる変形工程と、

前記変形工程にて変形した前記未硬化積層体に対してエネルギーを付与して、前記未硬

50

化積層体を構成する前記繊維体中に含まれる前記エネルギー硬化性樹脂を硬化させる硬化工程と、

を含む、強化繊維体の製造方法である。

以下、原料、プロセスの順で説明するが、その説明にあたり上述の第1実施の形態と同様な箇所には、同様の符号を付することによって、その記載を省略または簡略化するものとする。

【0093】

<<1.原料>>

この第2実施の形態における原料については、上述の第1実施の形態と同様であるため、その記載を省略する。

【0094】

<<2.プロセス>>

(2-1.積層工程)

この積層工程では、繊維体と柔軟体とを直接積層することにより行う。この積層工程においては、様々な形状や厚さの繊維体および柔軟体を用いることができる。具体的には、図11(a)、図12(a)、図13(a)にそれぞれ示すように、予めエネルギー硬化性樹脂が含浸した未硬化状態である繊維シート1と、芯材となる円柱状の柔軟体31とを用いる。この柔軟体31に対して、繊維シート1を直接巻回することによって、繊維シート1と柔軟体31とを直接積層した円柱積層体33を得る。この円柱積層体33においては、柔軟体31の長さが、繊維シート1の縦幅よりも長く、柔軟体31に対して巻回されて円筒状となった繊維シート1の長手方向の両端から、柔軟体31の両端部が突出している状態となっている。なお、第1実施の形態と同様に、繊維シート1を柔軟体31に直接積層した後に、繊維シート1にエネルギー硬化性樹脂を含浸させるようにしても良いことは言うまでもない。

【0095】

(2-2.変形工程)

この変形工程では、変形が容易な未硬化の円柱積層体33を種々に変形させる工程であり、その変形については特に限定しないが、以下に列挙するパターンが挙げられる。

【0096】

(2-2-1.変形工程のパターン1)

このパターン1では、図10に示すように、一本の円柱積層体33を、そのまま曲線状に曲げる変形を行う。ここで、その曲率については特に限定されないのは言うまでもない。また、L字型、U字型、S字型等といったように曲線状に曲げる他、用途等に応じた所定角度(30度、90度等)に折り曲げる変形を行っても良い。これによって、さまざまな形状に曲げられた特殊形状の屈曲円柱積層体35を得る。

【0097】

(2-2-2.変形工程のパターン2)

このパターン2では、図11(b)に示すように、複数の円柱積層体33を一列に並べた円柱積層体群33aとした後、図11(c)に示すように、繊維シート1から突出した柔軟体3の両端部付近を切断する切断工程を行うことによって、それぞれの円柱積層体33の両端面を面一な状態とした第1切断円柱積層体群33bを得る。なお、図11(c)に示す切断工程を省略しても良い。これは以後の切断工程についても同様である。

【0098】

そして、図11(d)に示すように、他の一対の繊維シート35、37の間に、切断円柱積層体群33bを挟み込んで、圧力をかける。これにより、図11(e)に示すように、第1切断円柱積層体群33bの繊維シート1の断面形状がそれぞれ、中空の四角柱形状に変形するとともに、これらのそれぞれの中空部に位置するそれぞれの柔軟体31の断面形状が、四角柱形状に変形し、全体として、平板状の形状に変形された特殊形状の特殊平板積層体39を得る。なお、圧力をかける方法としては、直接的に荷重をかけることにより行う他、第1切断円柱積層体群33bを密閉した状態にして減圧することによって行う

10

20

30

40

50

等しても良く、特に限定されない。これは以後の変形工程についても同様である。

【 0 0 9 9 】

なお、このパターン 2 では四角柱形状に形成したが、これに限定されず、円柱積層体群 3 3 a に対する圧力をかける方向等を調節することによって、断面が五角形や六角形の特殊平板積層体 3 9 を得るようにしても良い。また、他の一对の繊維シート 3 5、3 7 を用いずに、第 1 切断円柱積層体群 3 3 b に直接圧力をかけるようにしたり、あるいは、円柱積層体群 3 3 a に直接圧力をかけるようにしたりしても良く、この場合でも、同様な作用効果を奏する。

【 0 1 0 0 】

(2 - 2 - 3 . 変形工程のパターン 3)

このパターン 3 では、図 1 2 (b) に示すように、上述の変形工程のパターン 2 で述べた円柱積層体群 3 3 a を複数用意し、これらの円柱積層体群 3 3 a を平行な状態で互いに重ね合わせた後、図 1 2 (c) に示すように、繊維シート 1 から突出した柔軟体 3 の両端部付近を切断する切断工程を行うことによって、図 1 2 (d) に示すように、円柱積層体群 3 3 a の両端面を面一な状態とした第 2 切断円柱積層体群 3 3 c を得る。

【 0 1 0 1 】

そして、図 1 2 (e) に示すように、この第 2 切断円柱積層体群 3 3 c に圧力をかけることにより、第 2 切断円柱積層体群 3 3 c の繊維シート 1 の断面形状が中空の六角柱形状に変形するとともに、これらのそれぞれの中空に位置するそれぞれの柔軟体 3 3 の断面形状が六角柱形状に変形し、全体として、ブロック状の特殊ブロック積層体 4 1 を得る。なお、このパターン 3 においても、上述のパターン 2 と同様に、圧力をかける方向等を調節することによって様々な断面形状の特殊ブロック積層体 4 1 を得ることができるとは言うまでもない。

【 0 1 0 2 】

(2 - 2 - 4 . 変形工程のパターン 4)

このパターン 4 では、図 1 3 (b) に示すように、複数の円柱積層体 3 3 を束状に束ねてなる円柱積層体束 4 3 とし、図 1 3 (c) に示すように、繊維シート 1 から突出した柔軟体 3 の両端部付近を切断する切断工程を行うことによって、図 1 3 (d) に示すように、それぞれの円柱積層体 3 3 の両端面を面一な状態とした切断円柱積層体 3 3 d の束からなる切断円柱積層体束 4 3 a を得る。

【 0 1 0 3 】

そして、図 1 3 (e) に示すように、切断円柱積層体束 4 3 a に圧力をかけることにより、切断円柱積層体束 4 3 a のうち、中央の切断円筒積層体 3 3 d を囲む周囲の切断円柱積層体 3 3 d のそれぞれの繊維シート 1 が中空の五角柱形状に変形する。これに伴い、これらの切断円柱積層体 3 3 d の中空に位置するそれぞれの柔軟体 3 3 が五角柱形状に変形する。また、中央の切断円柱積層体 3 3 d は、中空の六角柱形状に変形し、この中空に位置する柔軟体 3 3 が六角柱形状に変形する。これによって、全体として、円柱状に変形された特殊形状の特殊円柱積層体 4 5 を得る。なお、このパターン 4 においても、上述のパターン 2 と同様に、圧力をかける方向等を調節することによって様々な断面形状の特殊ブロック積層体 4 5 を得ることができるとは言うまでもない。また、図 1 3 (e) においては、中央の切断円柱積層体 3 3 d の繊維シート 1 が断面形状で六角形をなしていることを明示するために、あえて中央の切断円柱積層体 3 3 d の中空部分の柔軟体 3 3 を除去した状態で示しているが、実際には中空部分には柔軟体 3 3 が充填されている。

【 0 1 0 4 】

(2 - 3 . 硬化工程)

この硬化工程では、上述の各変形工程にて変形した未硬化の積層体である屈曲円柱積層体 3 5、特殊平板積層体 3 9、特殊ブロック積層体 4 1、第 2 円柱積層体 4 1 にそれぞれ、第 1 実施の形態と同様にエネルギーを付与することによって、シート繊維に含浸されていたエネルギー硬化性樹脂が硬化する。この結果、屈曲円柱積層体 3 5 が第 1 強化繊維体となり (図示せず)、特殊平板積層体 3 9 が第 2 強化繊維体 3 9 A となり (図 1 1 (

10

20

30

40

50

e)参照)、特殊ブロック積層体41が第3強化繊維体41Aとなり(図12(e)参照)、特殊円柱積層体45が第4強化繊維体45Aとなる(図13(e)参照)。なお、各強化繊維体39A、41A、45Aにおいて、それぞれの柔軟体33を穿り出したりあるいは溶かしたり等によって柔軟体33を除去する除去工程を行うようにしても良い。

【0105】

以上説明したように、第2実施の形態では、積層工程で得た未硬化の積層体は変形が容易であり、この状態で所望の特殊形状に変形させた後に、硬化工程を行うだけの極めて簡便な手法にて、所望の特殊形状の強化繊維を得ることができる。

【0106】

本発明は、上述の第2実施の形態に限定されず、その要旨を逸脱しない範囲内で種々の変更が可能である。例えば、図11(c)、図12(c)、図13(c)に示す切断工程においてはそれぞれ、図11(b)、図12(b)、図13(b)にそれぞれ示すように、円柱積層体33を円柱積層体群33aや円柱積層体束43とした後に行ったが、これに限らず、円柱積層体群33aや円柱積層体束43とした後に、これらにそのまま圧をかけて変形させた後に行うようにしても良く、硬化工程の前であれば切断工程を行うタイミングは特に限定しない。

【0107】

<<<<第1~第2の実施形態についてのまとめ>>>>

前述した第1~第2の実施形態については、以下のようにまとめることができる。

【0108】

発明(1-1)は、

エネルギー硬化性樹脂が含浸した繊維体と柔軟体とを直接積層させ、未硬化積層体を得るか、又は、繊維体と柔軟体とを直接接触させた後、前記繊維体にエネルギー硬化樹脂を含浸させ、未硬化積層体を得る積層工程と、

前記未硬化積層体にエネルギーを付与して、前記未硬化積層体を構成する前記繊維体中に含まれる前記エネルギー硬化性樹脂を硬化させる硬化工程とを含む、強化繊維体と柔軟体とを含む複合材料の製造方法である。

発明(1-2)は、

前記柔軟体が発泡体である、前記発明(1-1)の製造方法である。

発明(1-3)は、

前記積層工程後、前記未硬化積層体を巻回させる巻回工程を更に含む、発明(1-1)又は(1-2)記載の方法である。

発明(1-4)は、前記未硬化積層体、又は、前記硬化工程によって硬化した硬化積層体を、この硬化積層体より小さく切断する工程を更に含む、発明(1-1)~(1-3)のいずれか一項記載の方法である。

【0109】

上記発明によれば、粘着剤や接着剤等の劣化による複合材料(強化繊維体と柔軟体の複合材料)の破損を防止することができるとともに、所望の形状の複合材料の製造を容易に行うことができる。

【0110】

発明(2-1)は、

エネルギー硬化性樹脂が含浸した繊維体と柔軟体とを直接積層させ、未硬化積層体を得るか、又は、繊維体と柔軟体とを直接接触させた後、前記繊維体にエネルギー硬化樹脂を含浸させ、未硬化積層体を得る積層工程と、

前記未硬化積層体を変形させる変形工程と、

前記変形工程にて変形した前記未硬化積層体にエネルギーを付与し、前記未硬化積層体を構成する前記繊維体中に含まれる前記エネルギー硬化性樹脂を硬化させる硬化工程と、を含む、強化繊維体の製造方法である。

発明(2-2)は、

前記柔軟体が発泡体である、前記発明(2-1)の製造方法である。

10

20

30

40

50

【 0 1 1 1 】

上記発明によれば、特殊形状の強化繊維体を簡便に製造することができる。

【 0 1 1 2 】

発明（ 3 - 1 ）は、

含侵したエネルギー硬化性樹脂を硬化させた第 1 繊維体と、

この第 1 繊維体に対して起立した状態で配置され、含侵したエネルギー硬化性樹脂を硬化させた第 2 繊維体と、

前記第 1 繊維体および互いに隣り合う前記第 2 繊維体にそれぞれ接触した柔軟体とを備え、

前記柔軟体における前記第 1 および第 2 繊維体との接触部分には、これらの第 1 および第 2 繊維体に含侵されていたエネルギー硬化性樹脂にエネルギーを付与して硬化する際に、前記第 1 および前記第 2 繊維体の少なくとも一方に含侵されていたエネルギー硬化性樹脂が染み出て硬化したエネルギー硬化性樹脂からなる接着部を備えていることを特徴とする複合材料である。

10

【 0 1 1 3 】

上記発明によれば、粘着剤や接着剤等の劣化による複合材料の破損を防止することができる。

【 0 1 1 4 】

発明（ 4 - 1 ）は、

円筒状に形成され、含侵したエネルギー硬化性樹脂を硬化させた第 1 円筒繊維体と、

前記第 1 円筒繊維体よりも径の小さい円筒状に形成され、前記第 1 円筒繊維体の中空部に前記第 1 円筒繊維体と同心になるように配置されているとともに、含侵したエネルギー硬化性樹脂を硬化させた第 2 円筒繊維体と、

前記第 1 および第 2 円筒繊維体の間に介在した状態で前記第 1 および第 2 円筒繊維体の長手方向に沿って延び、前記第 1 円筒繊維体の内周面および前記第 2 円筒繊維体の外周面にそれぞれ接触しているとともに、含侵したエネルギー硬化性樹脂を硬化させた介在繊維体と、

前記第 1 および前記第 2 円筒繊維体と互に対峙する一対の前記介在繊維体とで形成された内部空間に配置されているとともに、前記第 1 円筒繊維体の内周面、前記第 2 円筒繊維体の外周面および前記介在繊維体の一方の面にそれぞれ接触した柔軟体とを備え、

20

30

前記発泡体における前記第 1 および第 2 円筒繊維体と前記介在繊維体との接触部分には、これらの第 1 および第 2 円筒繊維体と前記介在繊維体とに含侵されていたエネルギー硬化性樹脂にエネルギーを付与して硬化する際に、第 1 および第 2 繊維体と前記介在繊維体との少なくとも 1 つに含侵されていたエネルギー硬化性樹脂が染み出て硬化したエネルギー硬化性樹脂からなる接着部を備えていることを特徴とする複合材料である。

【 0 1 1 5 】

上記発明によれば、粘着剤や接着剤等の劣化による複合材料の破損を防止することができる。

【 0 1 1 6 】

< < < < 第 I ~ I V の実施形態 > > > >

次に、第 1 ~ 第 2 の実施形態とは異なる観点から、第 I ~ 第 I V の実施形態について説明する。なお、第 I ~ I V の実施形態は、第 2 の実施形態で説明された概念を利用、応用、変更等して得られる繊維強化樹脂構造体およびその製造方法等を整理したものとも考えることもできる。

40

【 0 1 1 7 】

なお、第 I ~ I V の実施形態においては、第 1 ~ 第 2 実施形態にて説明された柔軟体に対応する部材を、発泡体に特定して説明しているが、発泡体以外の柔軟体の使用を排除するものではない。

【 0 1 1 8 】

以下に述べる繊維強化樹脂構造体の大きさ、繊維強化樹脂構造体の肉厚部分の厚み、繊

50

繊維強化樹脂構造体の有する連通孔Hの径等は何ら限定されず、用途に応じて適宜調整可能である。

【0119】

<<<第Iの実施形態>>>

<<<構造>>>

第Iの実施形態に係る繊維強化樹脂構造体100-1は、繊維体10と、繊維体10に含浸された樹脂20と、を少なくとも含む、筒状の繊維強化樹脂構造体である(図14(c)参照)。

【0120】

より詳細には、筒状の繊維体10に含浸された樹脂20が肉厚部となり、全体として筒状の繊維強化樹脂構造体100-1が形成されている。

10

【0121】

繊維強化樹脂構造体100-1は、筒内部に発泡体30が挿通されていてもよい。なお、以降の各実施形態および変更例においても、各繊維強化樹脂構造体は、発泡体30を含んでもよいし含まなくてもよい。

【0122】

<<<原料>>>

<<繊維体10>>

繊維体10としては、その形状や大きさ等について、特に限定されないが、例えばシート状の繊維シートであることが好ましい。この繊維シートは、繊維が集合したシートである限りにおいて、特に限定されず、例えば、織布(平織、綾織、2重織り、3重織り、畳織り等)、不織布、一方向強化材(UD材)等が挙げられる。

20

【0123】

繊維シートの厚みは、特に限定されず、適宜選択可能である。繊維シートは、厚みが薄すぎると繊維シートの強度や弾性率など力学的性質が低くなる恐れがある。従って、本発明にかかる繊維シートの厚みは、例えば、20 μ m~500 μ mが好ましく、30 μ m~200 μ mがより好ましい。なお、チョップドストランドマットやコアマット等、厚みが数mmの繊維シートであっても良いことは言うまでもない。

【0124】

繊維シートを形成する繊維は、特に限定されず、公知のものを使用することができ、金属繊維、無機繊維、有機繊維のうち少なくとも1種を含むことができる。

30

【0125】

繊維体10を構成する繊維としては、例えば、

ステンレス鋼繊維、ニッケル繊維、銅繊維、アルミニウム繊維、銀繊維、金繊維、チタン繊維等の金属繊維；

ポリパラフェニレンベンズオキサゾール、ポリエチレンテレフタレート(PET)樹脂、ポリビニルアルコール(PVA)、ポリエチレン、ポリプロピレン等のポリオレフィン樹脂、ポリ塩化ビニル樹脂、アラミド樹脂、アクリル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリパラフェニレンベンズオキサゾール(PBO)繊維、セルロース、ビニロン、ナイロン、レヨン、アラミド、フェノール系繊維、フッ素繊維、パルプ(繊維)、ケナフ、麻、竹繊維等の有機繊維；

40

ガラス繊維、炭素繊維、シリカ繊維、ロックウール、スラグウール、アルミナ繊維、セラミック繊維等の無機繊維；

等を挙げることができる。

繊維としては、これらのうち一つ又は複数を組み合わせて用いることができる。例えば、炭素繊維とポリエステル繊維とを含む2層構造のノンクリンプファイバー(NCF)等を使用することもできる。

【0126】

繊維は、シール材に用いられる樹脂やマトリックス樹脂等のヤング率よりも高いヤング率を有する繊維が好ましく、金属繊維、無機繊維がより好ましい。繊維のヤング率が高い

50

ほど繊維シートの剛性を高くすることが可能であり、前記樹脂に包埋した際、樹脂の剛性を効果的に向上させることが可能となる。従って、剛性が高く、破損し難いシール材を得ることが可能となる。

【0127】

繊維シートは、繊維が筒状に編み込まれたものであってもよい。

【0128】

繊維シートは、本発明の効果を阻害しない範囲で、一部がパンチングされる等して、空孔が形成されていてもよい。

【0129】

繊維シートは、バイアスシート（バイアス裁ちされたシート）であってもよい。

10

【0130】

< 繊維シートの製造方法 >

繊維シートの製造方法は、公知の方法を用いることができる。例えば、好適例である不織布を製造する方法としては、カーディング方式、エアレイド方式等の乾式法、紙のように漉いて形成する湿式抄造法、スパンボンド法、メルトブロー法等のフリース形成法；サーマルボンド法、ケミカルボンド法、ニードルパンチ法、スパンレース法（水流絡合法）、ステッチボンド法、スチームジェット法等のフリース結合法が挙げられる。このうち、湿式抄造法による製造方法が、繊維シートを薄くすることが可能であり、さらに均一性の点で優れているため好適である。

【0131】

繊維シートが筒状である場合、例えば、組みひもの製造と同様にして製造することができる。

20

【0132】

繊維シートの製造方法は、バイアス裁ちを行う工程を含んでいてもよい。

【0133】

<< 樹脂 20 >>

樹脂 20 としては、繊維強化樹脂として使用される公知の樹脂を使用可能であり、熱可塑性樹脂等も使用され得るが、作業性を向上させるために、エネルギー硬化性樹脂とすることが好ましい。

【0134】

30

< エネルギー硬化性樹脂 >

エネルギー硬化性樹脂としては、熱硬化性樹脂であり、さらにエネルギー線硬化性樹脂等を含むことができる。

【0135】

熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ポリビニルエステル樹脂、フェノール樹脂、ポリウレタン樹脂、アクリル系樹脂、メラニン樹脂、メラミン樹脂、尿素樹脂、ベンゾグアナミン樹脂、ロジン変性マレイン酸樹脂、ロジン変性フマル酸樹脂等を用いることができる。これらは 1 種単独で使用してもよく、2 種以上を併用してもよい。

【0136】

40

エネルギー線硬化樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、アクリル系樹脂、シリコン系樹脂、ポリエステル系樹脂などが挙げられる。これらは 1 種単独で使用してもよく、2 種以上を併用してもよい。

【0137】

以降の説明においては、樹脂 20 を熱硬化性樹脂として説明を行うが、特に矛盾がない範囲において、以降の説明において、「熱硬化」を「硬化」として読み替えることも可能である。

【0138】

<< 発泡体 30 >>

発泡体は、独立気泡発泡体であっても、連続気泡発泡体であってもよく、独立気泡と連

50

続気泡の両方を含む発泡体でもよい。なお、ここで示す独立気泡発泡体とは、完全に全ての気泡が独立しているもののみを示すのではなく、一部の気泡が隣接する気泡と連通していてもよく、全体として独立気泡発泡体と解される程度に、各気泡が独立していればよい。

【0139】

ここで、発泡体が独立気泡と連続気泡を含む場合には、その独立気泡と連続気泡の平均の割合（以降、独立気泡率とする）は、特に限定されないが、例えば、独立気泡率が、0.1～99.9%とすることができ、好ましくは10.0%～99.9%、より好ましくは30.0～99.9%、さらに好ましくは、50.0～99.9%とすることができる。なお、独立気泡のみを含む発泡体が最も好ましい。独立気泡を多く含む場合は、発泡体の内部に密封された空気層が多く存在するので、発泡体が加熱された際、樹脂自体の熱膨張に加え、密閉された空気層が熱膨張し、発泡体が繊維体を押圧する力を強くすることができる。このため発泡体が、後述する熱硬化工程において加熱された際、熱膨張がより強く発生し、繊維体を押圧することで成型性（皺や燃れなどがなく、形状を所望の形状とすること）をさらに優れたものとするのが可能となり、硬化後冷却時収縮することで、積層体から発泡体を除去しやすくなる。

10

【0140】

発泡体に含まれる独立気泡率は、発泡体の断面を顕微鏡や走査型電子顕微鏡を用いて観察し、撮影した画像において、単位面積当たりの独立気泡と連続気泡の個数をそれぞれ数え、独立気泡の個数を気泡全体（独立気泡と連続気泡の全て）の個数で除して100を乗じたものとする。なお、この独立気泡率の測定を、同一の発泡体の無作為に選んだ断面10か所において繰返し、それぞれ求めた独立気泡率の平均値を、発泡体の独立気泡率とする。

20

【0141】

発泡体を構成する樹脂としては特に限定されず、オレフィン系樹脂、ウレタン系樹脂、スチレン系樹脂、フェノール系樹脂およびシリコン系樹脂等、用途に応じて適宜選択すればよい。また、発泡体を構成するものとしては他に、天然ゴム（NR）、クロロプレンゴム（CR）、エチレンプロピレンジエンゴム（EPDM）およびニトリルゴム（NBR）等もあり、これらも用途に応じて適宜選択すればよい。なお、これらのうち、オレフィン系樹脂が好ましく用いることができる。オレフィン系樹脂は、例えば、ポリエチレンとポリプロピレンの配合を調整するなどして、繊維体の硬化温度と、繊維体の硬化温度における発泡体の熱膨張の程度とを調整することが容易である。即ち、発泡体が、後述する熱硬化工程において加熱され、熱膨張した際、繊維体を発泡体が押圧することで成型性（皺や燃れなどがなく、形状を所望の形状とすること）を優れたものとするのが可能であるが、この押圧の程度をオレフィン樹脂、例えば、ポリエチレン及びポリプロピレンの配合の割合を変えることで熱膨張の程度を調整することが可能であり、繊維体の形状に合わせて成型性を優れたものとするができる。また、ポリエチレンとポリプロピレンの配合比、架橋の有無、架橋度を調整することにより、発泡体の柔軟性（硬度）・熱膨張・濡れ性（親和性）・軟化点等の調整が容易となる。

30

【0142】

発泡体を構成する樹脂は、繊維体に含まれる未硬化の樹脂との親和性を考慮して自由に選択することができる。発泡体を構成する樹脂と繊維体に含まれる未硬化の樹脂の親和性が高ければ、積層体を発泡体に巻回する作業が容易となる一方で、加熱硬化後の発泡体の除去が困難になる場合がある。このため、発泡体を構成する樹脂と繊維体に含まれる未硬化の樹脂の親和性を調整することが好ましい。

40

【0143】

発泡体を構成する樹脂と繊維体に含まれる未硬化の樹脂の親和性を調整するためには、発泡体を構成する樹脂と繊維体に含まれる未硬化の樹脂の濡れ性（例えば、接触角又は表面エネルギー）を調整すればよく、親和性を高くするためには、発泡体を構成する樹脂と繊維体に含まれる未硬化の樹脂の接触角（又は、表面エネルギー）を選べばよい。親和性を高くする場合には、発泡体を構成する樹脂と繊維体に含まれる未硬化の樹脂の接触角（

50

又は、表面エネルギー)を近い値とすればよく、親和性を低くする場合には発泡体を構成する樹脂と繊維体に含まれる未硬化の樹脂の接触角、表面エネルギーを離れた値とすればよい。

【0144】

発泡体を構成する樹脂と繊維体に含まれる未硬化の樹脂の接触角の差としては、特に限定されないが、 0° 超 $\pm 90^\circ$ 未満とすることができる。発泡体を構成する樹脂と繊維体に含まれる未硬化の樹脂の接触角の差がかかる範囲にある場合には、発泡体に繊維体を巻回することが容易であるとともに、加熱硬化後に加熱硬化後の発泡体の除去も可能となる。

【0145】

また、発泡体を構成する樹脂の軟化点は、特に限定されず、繊維体に用いられる熱硬化性樹脂の硬化温度に合わせて選択することができる。例えば、発泡体を構成する樹脂の軟化点は、繊維体に用いられる熱硬化性樹脂の硬化温度よりも 10° 以上高い軟化点とすることができる。例えば、熱硬化性樹脂を、エポキシ樹脂とした場合には、発泡体を構成する樹脂の樹脂の軟化点は、 $60 \sim 200^\circ$ とすることができ、 $80 \sim 160^\circ$ が好ましく、 $100 \sim 150^\circ$ がより好ましい。発泡体を構成する樹脂の樹脂の軟化点がかかる範囲にある場合には、発泡体は、加熱時に、発泡体として十分な熱膨張性を有しつつ、十分な強度(例えば引張強度)を有するため、成型時に優れた成型性(皺や擦れなどがなく、形状を所望の形状とすること)が可能となる。

【0146】

発泡体は、中実体であることが好ましい。また、発泡体は、発泡体外径の $1/2$ 以上、 $1/3$ 以上、 $1/4$ 以上、 $1/5$ 以上、 $1/10$ 以上、 $1/15$ 以上、または、 $1/20$ 以上となる径の孔(貫通孔/中空部)を有しないことが好ましい。つまり、発泡体は、中実体であるか、発泡体が中空体である場合には、発泡体の内径/外径の比が、 $1/2$ 以下、 $1/3$ 以下、 $1/4$ 以下、 $1/5$ 以下、 $1/10$ 以下、 $1/15$ 以下または $1/20$ 以下であることが好ましい。発泡体をこのような構成とすることで、発泡体を変形/湾曲させた際に、発泡体の座屈を防止することができる。

【0147】

発泡体は、増粘剤、可塑剤、滑剤、充填剤、難燃剤、着色剤、酸化防止剤、補強剤、導電材料等の公知の添加成分を含有していてもよい。

【0148】

発泡体の密度は、特に限定されないが、例えば、 1 kg/m^3 以上、 2 kg/m^3 以上、 3 kg/m^3 以上、 4 kg/m^3 以上、 5 kg/m^3 以上、 10 kg/m^3 以上、 15 kg/m^3 以上とすればよく、また、 800 kg/m^3 以下、 700 kg/m^3 以下、 600 kg/m^3 以下、 500 kg/m^3 以下、 250 kg/m^3 以下、 100 kg/m^3 以下、 50 kg/m^3 以下とすればよい。なお、上限値と下限値とを任意に組み合わせて、所望の数値範囲とすることができる。例えば、 $5 \sim 800 \text{ kg/m}^3$ とすることができ、 $5 \sim 500 \text{ kg/m}^3$ が好ましく、 $10 \sim 250 \text{ kg/m}^3$ がより好ましい。発泡体の密度がかかる範囲にある場合には、加熱時に、発泡体として十分な熱膨張性を有しつつ、十分な強度(例えば引張強度)を有するため、成型時に優れた成型性(皺や擦れなどがなく、形状を所望の形状とすること)が可能となる。発泡体の密度は、JIS K7222:2005「発泡プラスチック及びゴム 見掛け密度の求め方」に従って測定した見かけの密度である。なお、発泡体の密度の逆数を発泡倍率として表現する場合もある。

【0149】

発泡体の 25° における引張破断伸びは、 25% 超 400% 未満であり、好ましくは 50% 超 350% 未満、より好ましくは 80% 超 300% 未満である。発泡体の 25° における引張破断伸びが、かかる範囲にあれば、後述する変形工程において積層体を変形させる際に十分に変形が可能であり、さらに熱膨張率が適度な範囲に調整できる、このため、発泡体が、後述する熱硬化工程において加熱された際、繊維体を強く押圧することが可能となり成型性(皺や擦れなどがなく、形状を所望の形状とすること)をさらに優れたものとするすることができる。

10

20

30

40

50

【 0 1 5 0 】

発泡体の 25 における引張破断伸びは、JIS K 6 7 6 7「発泡プラスチック - ポリエチレン - 試験方法」に準拠して、発泡体を 3号ダンベル試験片に加工して測定する。

【 0 1 5 1 】

発泡体の 25 における引張強度は、特に限定されないが、例えば、0.05 MPa 以上とすることができ、好ましくは 0.1 MPa 以上であり、より好ましくは、0.2 MPa 以上とすることができる。発泡体の 25 における引張強度の上限値は、特に限定されないが、例えば、20 MPa 以下とすることができる。発泡体の 25 における引張強度がかかる範囲にある場合には、後述する変形工程において、発泡体は十分な強度を有し、発泡体が繊維体を均一に押圧することが可能になる。このため、発泡体が、熱硬化工程において加熱された際、繊維体を強く押圧することが可能となり成型性（皺や擦れなどがなく、形状を所望の形状とすること）をさらに優れたものとするすることができる。

10

【 0 1 5 2 】

発泡体の 25 における引張強度は、JIS K 6 7 6 7「発泡プラスチック - ポリエチレン - 試験方法」に準拠して、発泡体を 3号ダンベル試験片に加工して測定することができる。

【 0 1 5 3 】

発泡体の 25 における引裂強度は、特に限定されないが、例えば、0.5 N/mm 以上とすることができ、好ましくは 0.8 N/mm 以上であり、より好ましくは、1.0 N/mm 以上とすることができる。発泡体の 25 における引裂強度の上限値は、特に限定されないが、例えば、50 N/mm 以下とすることができる。発泡体の 25 における引裂強度がかかる範囲にある場合には、後述する変形工程において、発泡体は十分な強度を有し、発泡体が繊維体を均一に押圧することが可能になる。このため、発泡体が、熱硬化工程において加熱された際、繊維体を強く押圧することが可能となり成型性（皺や擦れなどがなく、形状を所望の形状とすること）をさらに優れたものとするすることができる。

20

【 0 1 5 4 】

発泡体の 25 における引裂強度は、JIS K 6 7 6 7「発泡プラスチック - ポリエチレン - 試験方法」に準拠して測定することができる。

【 0 1 5 5 】

発泡体の 25 における 25% 圧縮荷重（硬さ）は、特に限定されないが、例えば、1 ~ 2000 kPa とすることができ、5 ~ 1000 kPa が好ましく、10 ~ 500 kPa がより好ましい、10 ~ 200 kPa がさらに好ましい。発泡体の 25% 圧縮荷重がかかる範囲にある場合には、繊維体を発泡体に巻回することが容易であり、後述する変形工程において積層体を変形させる際に十分に変形が可能であり、さらに後述する熱硬化工程では熱膨張に加え発泡体自身の反発力が作用できる。このため、発泡体が熱硬化工程において加熱された際、繊維体を強く押圧することが可能となり成型性（皺や擦れなどがなく、形状を所望の形状とすること）をさらに優れたものとするすることができる。

30

【 0 1 5 6 】

発泡体の 25 における 25% 圧縮荷重は、JIS K 6 4 0 0 - 2 : 2 0 1 2「軟質発泡材料 - 物理特性 - 第 2 部：硬さ及び圧縮応力 - ひずみ特性の求め方」に記載の D 法によって求めることができる、

40

【 0 1 5 7 】

発泡体の熱伝導率は、特に限定されないが、例えば、0.01 W/m·K 以上とすることができ、好ましくは、0.02 W/m·K 以上、より好ましくは 0.03 W/m·K 以上である。発泡体の熱伝導率の上限値は、特に限定されないが、例えば、0.2 W/m·K 以下とすることができる。発泡体の熱伝導率がかかる範囲にある場合には、発泡体が、後述する熱硬化工程において加熱された際、短時間で、発泡体を均一に加熱することができるため、発泡体を均一に熱膨張させることが可能となる。このため、発泡体が繊維体を押圧する力のバラツキが小さくなり、成型性（皺や擦れなどがなく、形状を所望の形状とすること）をさらに優れたものとするすることができる。

50

【 0 1 5 8 】

発泡体の熱伝導率は、JIS A 1412 - 1 : 2016「熱絶縁材の熱抵抗及び熱伝導率の測定方法 - 第1部：保護熱板法（GHP法）」に記載の方法で測定することができる。

【 0 1 5 9 】

発泡体の線熱膨張率は、特に限定されないが、例えば、0.01%以上とすることができ、0.05%以上が好ましく、0.10%以上がより好ましく、1.00%以上がさらに好ましい。発泡体の線熱膨張率の上限値は、特に限定されないが、10.00%以下とすることができる。発泡体の線熱膨張率がかかる範囲にある場合には、発泡体が、後述する熱硬化工程において加熱された際、繊維体を強く押圧することが可能となり成型性（皺や撚れなどがなく、形状を所望の形状とすること）をさらに優れたものとして測定することができる。

10

【 0 1 6 0 】

発泡体の線熱膨張率は、発泡体を3mm幅×25mm長×2mm厚に加工し、熱機械分析装置（TMA）を用いて、引張りモードでチャック間距離を10mm、荷重5g、窒素雰囲気下、25から85まで1/min.で昇温した後、85から25まで1/min.で降温し、再び25から85まで1/min.で昇温し、この際の2度目の昇温時の85での線熱膨張率を測定する方法で測定することができる。

【 0 1 6 1 】

< 発泡体の製造方法 >

発泡体は、公知の方法によって製造可能である。発泡体の製造方法としては、例えば、水系液体分散媒と、水分散性樹脂と、を少なくとも含む液状原料混合物を得る工程である原料調製工程と、液状原料混合物を発泡させ発泡混合物を得る発泡工程と、発泡混合物中の分散媒を蒸発させる乾燥工程と、を含む方法が挙げられる。また、発泡工程の前または後に、ドクターナイフまたはドクターロール等を用いて液状原料混合物または発泡混合物を塗工したり、液状原料混合物または発泡混合物を押出成形または射出成形することで、発泡混合物をシート状に成形したりしてもよい。また、ゴムスポンジ等を所望の形状に型成型したり、ブロック状に発泡成形した発泡体をスライス加工によりシート状、紐状、円柱状等の所望の形状にしたりしても良い。なお、これらの工程は、その一部又は全部が同時に実行されてもよい。

20

30

【 0 1 6 2 】

発泡工程における発泡手段としては、例えば、化学反応によりガスが発生する発泡剤を液状原料混合物に配合することで気泡を成形する方法、高圧下で適宜のガスを液状原料混合物に溶解させた後に圧力を低下させる又は加熱を行うことで気泡を成形する方法、液状原料混合物に混合した可溶性の物質を除去し空隙として気泡を成形する方法、空気や適宜のガスが抱き込まれるように液状原料混合物を機械的に攪拌する方法（メカニカルフロス）等が挙げられる。

【 0 1 6 3 】

発泡工程における発泡条件（温度、時間等）、および、乾燥工程における乾燥条件（温度、時間等）は、発泡体の原料や使用した発泡手段等に応じて適宜変更可能である。

40

【 0 1 6 4 】

また、発泡体の形状、大きさ等については特に限定されず、円筒状の発泡体の他、円柱状、四角柱状、六角柱状、あるいは断面形状が星形状、半円形状の発泡体等を適宜選択可能である。また、発泡体は、所望の形状となるように発泡成形されたものの他にも、ブロック状のものをカット又は削り出しにより成形したものや、シート状の発泡体を巻き取ったもの等であってもよい。

【 0 1 6 5 】

<<< 製造方法 >>>

繊維強化樹脂構造体 100 - 1 の製造方法は、例えば、

柱状の発泡体 30 と、発泡体 30 の側面部の少なくとも一部を覆う繊維体 10 と、を有

50

する積層体 50 であって、繊維体 10 には未硬化状態の熱硬化性樹脂（未硬化樹脂 25）が含浸された積層体 50 を準備する準備工程と、

繊維体 10 に含浸された樹脂（未硬化樹脂 25）を熱硬化させ、樹脂 20 を得る硬化工程と、を含む方法である。

【0166】

繊維強化樹脂構造体 100 - 1 の製造方法は、発泡体 30 を切断する切断工程や、硬化工程後に発泡体 30 および樹脂 20 を冷却させる冷却工程や、硬化工程後に発泡体 30 を引き抜く除去工程等を含んでもよい。

【0167】

また、特に説明しないが、繊維強化樹脂構造体 100 - 1 の製造方法は、硬化工程後に、繊維強化樹脂構造体 100 - 1 の表面を処理する、削り工程乃至は磨き工程を設けてもよい。

10

【0168】

<<準備工程>>

準備工程は、柱状の発泡体 30 と、発泡体 30 の側面部の少なくとも一部を覆う繊維体 10 とを有し、繊維体 10 には未硬化状態の熱硬化性樹脂（未硬化樹脂 25）が含浸された積層体 50 を準備する工程である。

【0169】

準備工程は、積層体 50 を外部より購入する等して実施してもよい。

【0170】

また、準備工程は、含浸工程および積層工程を含んでもよい。

20

【0171】

<含浸工程>

含浸工程では、未硬化樹脂 25 と繊維体 10 とを接触させて、繊維体 10 に未硬化樹脂 25 を含浸させる。

【0172】

含浸方法としては特に限定されず、例えば、ロールコーティング、ハンドレイアップ成形法、インフュージョン成形法、VaRTM成形法、RTM成形法等としてもよいし、未硬化樹脂 25 を含む槽に繊維体 10 を沈める方法（ディッピング）等としてもよい。

【0173】

含浸の条件は、繊維体 10 や未硬化樹脂 25 の種類等に応じて調整可能である。繊維体 10 に未硬化樹脂 25 が含浸し難い場合には、含浸時間を長くしたり、加圧しながら含浸したりしてもよい。

30

【0174】

未硬化樹脂 25 と繊維体 10 との体積比は、積層体 50 の体積を 100 体積%とした場合に、繊維体 10 の体積分率（ファイバー分率）は 15 ~ 85 体積%とすることができ、25 ~ 85 体積%が好ましく、45 ~ 80 体積%がより好ましい。繊維体 10 の体積分率（ファイバー分率）がかかる範囲にある場合には、硬化後の繊維強化樹脂構造体は、欠陥が少なく、座屈などの破壊を起こしにくく、機械的強度に優れたものとなる。

【0175】

<積層工程>

積層工程では、発泡体 30 側面の少なくとも一部を繊維体 10 で覆う（図 14（a）および図 14（c）参照）。

40

【0176】

発泡体 30 の側面を繊維体 10 で覆う方法としては特に限定されない。例えば、繊維体 10 が繊維シートである場合、繊維体 10 を発泡体 30 に巻きつければよい。巻きつける回数としては、1 周以上であることが好ましく、2 周以上としてもよい。

【0177】

また、積層工程において、発泡体 30 を覆った後の繊維体 10 を仮留めしてもよい。例えば、繊維体 10 に未硬化樹脂 25 が含浸されている場合、未硬化樹脂 25 の粘着性によ

50

って、繊維体 10 を発泡体 30 の側面に仮接着させることも可能である。

【0178】

積層工程では、図 14 に示されるように、発泡体 30 の上端から下端までの側面全面を繊維体 10 で覆う必要はないが、発泡体 30 の側面全面を繊維体 10 で覆うようにすることも可能である。

【0179】

積層工程において、繊維体 10 の厚みを調整することが可能である。例えば、繊維体 10 が繊維シートである場合、繊維体 10 の巻きつけ回数を増やすことで、繊維体 10 の厚みを増やすことができる。また、繊維シートは 1 枚のシートを用いても良いし、複数枚のシートを重ね合わせたものとして使用しても良く、特に限定されない。繊維体 10 は、2 種以上のものを組み合わせて使用してもよい。また、繊維体 10 が織布や UD 材である場合、発泡体の熱膨張を考慮して、または、別の実施形態における変形工程、湾曲工程等を考慮して、繊維の配向性（バイアス等）を調整して巻きつけを実施してもよい。更に、繊維体 10 として繊維の配向性を調整したものを使用する場合、繊維体 10 の全体に亘って繊維の配向性を調整したものが存在するように構成してもよいし、繊維体 10 の一部の領域のみに繊維の配向性を調整したものが存在するように（例えば、変形しやすい領域のみに繊維の配向性を調整したものが存在するように）構成してもよい。

10

【0180】

繊維体 10 が長尺である場合、発泡体 30 の軸方向に移動させながら発泡体 30 の側面に繊維体 10 を巻きつけることで、積層工程を実施することもできる。例えば、積層工程は、フィラメントワインディング法、ブレードング法等に基づいて実施してもよい。

20

【0181】

また、繊維体 10 を予め筒状に構成しておき、筒内部に発泡体 30 を挿入してもよい。

【0182】

積層工程では、発泡体 30 の側面を繊維体 10 で覆うが、発泡体 30 の側面に繊維体 10 を配する際にも、発泡体 30 が柔軟に変形する。そのため、例えば、繊維体 10 を繊維シートとし、繊維体 10 を発泡体 30 に巻きつけた際に繊維体 10 に発生し得る歪み等が発泡体 30 の変形によって吸収され、ある程度自然な状態にて繊維体 10 が保持され得る。

【0183】

ここで、含浸工程は、積層工程の前、積層工程と同時、積層工程の後のいずれで実施されてもよい。繊維体 10 が繊維シートである場合、繊維体 10 への含浸を確実にを行うために、積層工程の前に繊維体 10 に樹脂（未硬化樹脂 25）を含浸させておき、繊維体 10 に未硬化樹脂 25 が含浸された状態にて積層工程を実施することが好ましい。各実施形態の説明において、準備工程は、含浸工程を実施した後に積層工程を実施する工程として説明されているが、これに限定されるものではない。

30

【0184】

<<硬化工程>>

硬化工程を実施することにより、繊維体 10 に含浸された未硬化樹脂 25 が硬化され、樹脂 20 が得られる（図 14（c）参照）。

【0185】

硬化工程では、使用する樹脂（未硬化樹脂 25）の種類に応じて、未硬化樹脂 25 が十分に硬化するように、硬化方法および硬化条件を選択すればよい。例えば、熱硬化性樹脂である場合、未硬化樹脂 25 に対して熱を付与し、硬化させることができる。

40

【0186】

積層体 50（発泡体 30）の形状保持性を高めるために、積層体 50 を型枠に嵌め込んだり、積層体 50 の周囲にシュリンクテープを配する等した状態にて、硬化工程を実施してもよい。

【0187】

<<冷却工程>>

冷却工程は、発泡体除去工程等を実施する前に、熱硬化されて得られた樹脂 20 および

50

発泡体 30 を冷却させる工程である。

【0188】

硬化工程において熱硬化を行うことにより、発泡体 30 が熱膨張し、繊維体 10 を押し広げる方向の力が発生すると考えられる。未硬化樹脂 25 が熱硬化された後に発泡体 30 が冷却されることで、発泡体 30 が収縮し、樹脂 20 と発泡体 30 との乖離を促し、後述する除去工程を実施し易くすることができると考えられる。

【0189】

冷却の方法としては特に限定されず、自然冷却、送風、冷気雰囲気下への放置等、どのような方法で実施されてもよい。冷却後の温度としては、室温以上、室温、室温以下のいずれに設定されてもよい。冷却工程は、一例として、熱硬化時の温度よりも、10 以上、20 以上、30 以上、40 以上または50 以上冷却させることで実施できる。

10

【0190】

<<切断工程>>

切断工程は、繊維体 10 から突出している発泡体 30 のみを切断する工程であってもよいし、発泡体 30 と繊維体 10 とを同時に切断するものであってもよい。例えば、切断工程によって、積層体 50 を所望の長さとなるように調整してもよい。

【0191】

なお、切断工程は、硬化工程の前に実施してもよいし、硬化工程の後に実施してもよい。

【0192】

<<除去工程>>

積層体 50 に含まれる発泡体 30 を除去することで、発泡体 30 を含まない、中空状の繊維強化樹脂構造体 100 - 1 を得ることができる(図 14 (c) 参照)。

20

【0193】

なお、準備工程(例えば、積層工程、含浸工程)および硬化工程を実施することによって、発泡体 30 と未硬化樹脂 25 とが接触した状態で未硬化樹脂 25 の硬化が実施される。発泡体 30 が発泡体等で有る場合、発泡体の表面に存在する気泡に未硬化樹脂 25 が侵入し得る。この状態で硬化工程が実施されることで、発泡体と樹脂 20 とが固定され得る。そのため、除去工程を実施する場合、発泡体の材質や発泡体の密度(発泡倍率)を調整し、発泡体と樹脂 20 とが固定され難いように、乃至は、発泡体と樹脂 20 とが固定されても発泡体を除去しやすいようにしてもよい。

30

【0194】

除去工程は、発泡体 30 を物理的に除去する他にも、発泡体 30 を溶解させることで実施してもよい。

【0195】

<<<第 I の実施形態の変更例>>>

繊維強化樹脂構造体 100 - 1 は、円筒状のものに限られない。以下、第 I の実施形態の変更例として円筒状以外の繊維強化樹脂構造体 100 - 1 について説明する。

【0196】

<<構造>>

繊維強化樹脂構造体 100 - 1 は、図 14 に示された円筒状の構造ではなく、多角筒状(筒軸に垂直な断面が多角形状となる筒状)の構造を有していてもよい。例えば、繊維強化樹脂構造体 100 - 1 は、図 15 (c) に示されるように四角筒状であったり、図 16 (c) に示されるように六角筒状であったりしてもよい。また、繊維体 10 の多角筒状を、三角筒状としたり、六角筒状以上の多角筒状としてもよい。

40

【0197】

また、繊維強化樹脂構造体 100 - 1 は、外形(筒の外側面の形状)と内形(筒の内側面の形状)との形状が一致する必要はない。例えば、繊維強化樹脂構造体 100 - 1 は、外形を角柱状とし且つ内形を円柱状とする構成であってもよい。

【0198】

<<製造方法>>

50

変更例に係る繊維強化樹脂構造体 100 - 1 の製造方法は、例えば、
 柱状の発泡体 30 と、発泡体 30 の側面部の少なくとも一部を覆う繊維体 10 と、を有する積層体 50 であって、繊維体 10 には未硬化状態の熱硬化性樹脂（未硬化樹脂 25）が含浸された積層体 50 を準備する準備工程と、
 積層体 50 に外力を付加し、発泡体 30 の断面形状を変形させる変形工程と、
 繊維体 10 に含浸された樹脂（未硬化樹脂 25）を熱硬化させ、樹脂 20 を得る硬化工程と、を含む方法である。

【0199】

準備工程、硬化工程等については、前述の通りである。また、前述の通り、冷却工程、切断工程および除去工程を実施してもよい。

10

【0200】

<変形工程>

変形工程では、積層体 50 に外力を付加し、発泡体 30 の断面形状を変形させる（図 15（a）、図 15（b）、図 16（a）、図 16（b）参照）。より詳細には、例えば、積層体 50 の側面部に外力を付加することで、積層体 50 を角柱状に変形させることができる。

【0201】

積層体 50 の側面部に外力が付加されることで、発泡体 30 および繊維体 10 が変形するが、発泡体 30 によって、繊維体 10 が潰されず、所定の形状（例えば、筒状）を保持することができる。

20

【0202】

変形工程は、例えば、所定の形状を有する型枠等に積層体 50 を嵌め込むことで実施することができる。

【0203】

変形工程において、外力を付加する方向や、外力を付加する位置を調整することで、積層体 50 の形状を自由に変更することができる。

【0204】

例えば、図 15（a）に示されるように、積層体 50（発泡体 30）の側面に対して、4 方向から均等に外力を付加した場合には四角筒状の積層体 50 とすることができ、図 16（a）に示されるように、積層体 50（発泡体 30）の側面に対して、6 方向から均等に外力を付加した場合には六角筒状の積層体 50 とすることができる。

30

【0205】

また、積層体 50 の一方の面に付加する外力と他方の面に付加する外力を異ならせたり、積層体 50 の上側と積層体 50 の下側とで付加する外力の方向や強さを変更することで、積層体 50 の上下方向（軸方向）に対して、乃至は、積層体 50 の左右前後方向（軸に垂直な方向）に対して、非対称の積層体 50 とすることも可能である。

【0206】

繊維強化樹脂構造体 100 - 1 は、発泡体 30 の外径を軸方向に応じて変化させる（例えば、テーパを設ける）ことにより、更に別の形状の繊維強化樹脂構造体 100 - 1 とすることも可能である。

40

【0207】

なお、発泡体 30 を予め角柱状に構成した上で、第 I の実施の形態と同様の製造方法を実施することで、多角筒状の繊維強化樹脂構造体 100 - 1 を得ることもできるが、このようにした場合、繊維に負荷がかかり易くなり、強度としては劣るものとなり得る。

【0208】

<<<<第 I I の実施形態>>>>

<<<構造>>>

第 I I の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体 100 - 2 は、図 17（d）に示されるように、

繊維体 10 と、繊維体 10 に含浸された樹脂 20 と、を少なくとも含み、

50

繊維体 10 は、湾曲した筒状を有する（乃至は、筒軸 B が湾曲している）、繊維強化樹脂構造体である。

【0209】

換言すれば、繊維強化樹脂構造体 100 - 2 は、繊維強化樹脂構造体 100 - 2 の構造の少なくとも一部が湾曲してなる湾曲部 60 を有している。更に、繊維強化樹脂構造体 100 - 2 は、湾曲部 60 において筒状の構造が保持されている。また、繊維強化樹脂構造体 100 - 2 が、湾曲部 60 と非湾曲部とを有する場合、湾曲部 60 と非湾曲部とが滑らかに接続されている。また、繊維強化樹脂構造体 100 - 2 は、筒軸 B に垂直な断面を観察した際に、湾曲部 60 と非湾曲部とで同様の形状を有していてもよい。

【0210】

繊維強化樹脂構造体 100 - 2 は、複数の湾曲部 60 を有していてもよい。この場合、湾曲の方向や湾曲の程度等は、各湾曲部 60 毎に設計可能である。

【0211】

筒軸 B の湾曲の度合い乃至は湾曲部 60 の曲率については特に限定されない。筒軸 B の湾曲の度合い乃至は湾曲部 60 の曲率は、L字型、U字型、S字型、弓状型等といったように曲線状に曲げる他、用途等に応じて所定角度（30度、45度、90度等）に湾曲させても良い。

【0212】

繊維体 10 は、円筒状に限定されず、多角筒状であってもよい。

【0213】

繊維強化樹脂構造体 100 - 2 に係る構造体は、繊維強化樹脂構造体 100 - 1 が、軸に沿った断面形状が保持されたまま、所定方向に湾曲されたものと表現することができる。

【0214】

<<<製造方法>>>

繊維強化樹脂構造体 100 - 2 の製造方法は、例えば、

柱状の発泡体 30 と、発泡体 30 の側面部の少なくとも一部を覆う繊維体 10 と、を有する積層体 50 であって、繊維体 10 には未硬化状態の熱硬化性樹脂（未硬化樹脂 25）が含浸された積層体 50 を準備する準備工程と、

記発泡体の柱軸 A が湾曲するように積層体 50 を湾曲させる湾曲工程と、

繊維体 10 に含浸された樹脂（未硬化樹脂 25）を硬化させ、樹脂 20 を得る硬化工程と、を含む方法である。

【0215】

準備工程、硬化工程等については、前述の通りである。また、前述の通り、切断工程、冷却工程および除去工程を実施してもよい。

【0216】

<<湾曲工程>>

湾曲工程では、発泡体 30 の柱軸 A が湾曲するように、積層体 50 に外力を付加する。その結果、発泡体 30 の柱軸 A が湾曲することで、積層体 50 全体の軸が湾曲されることから、積層体 50 が筒状の繊維体 10 を含む場合に、繊維体 10 の筒軸 B も同様に湾曲されることとなる。

【0217】

積層体 50 の側面部に外力が付加されることで、発泡体 30 および繊維体 10 が変形するが、発泡体 30 によって、繊維体 10 が潰されず、所定の形状（例えば、筒状）を保持することができる。

【0218】

湾曲の方法としては、積層体 50 に対して所定方向から外力を加えればよい（図 17（b）、図 17（c）参照）。なお、外力の大きさとしては、積層体 50 の材質や湾曲の度合い等を考慮して適宜設定すればよい。

【0219】

湾曲工程は、例えば、湾曲構造を有する所定の型枠等に積層体 50 を嵌め込むことで実

10

20

30

40

50

施することができる。複雑な湾曲形状としたい場合には、型枠を分割可能なようにしてもよい。

【0220】

積層体50は、繊維体10と発泡体30とを含む。そのため、積層体50は、湾曲が生じて破断し難い。特に、繊維体10を繊維シートとし、発泡体30を発泡体とした場合、繊維シートおよび発泡体が柔軟に変形するため、滑らかに湾曲した（座屈した箇所を有し難い）積層体50とすることができる。

【0221】

湾曲に際しては、圧縮される部分は繊維体10の密度が密となり、引張られる部分については繊維体10の密度が疎となる。この点を考慮して、積層工程において、湾曲部60を形成し得る箇所の繊維体10の厚さ等を予め調整してもよい。

10

【0222】

複数の湾曲部を有する繊維強化樹脂構造体100-2とする場合には、複数の湾曲を有する形状である型枠を使用してもよいし、湾曲工程を複数回実施してもよい。

【0223】

<<<第IIの実施形態の変更例>>>

第IIの実施形態においては、図17に示されるように、全体的に円筒状である繊維強化樹脂構造体100-2を説明したが、繊維強化樹脂構造体100-2は、図18に示されるように、全体的に多角筒状となるように構成してもよい。

【0224】

繊維強化樹脂構造体100-2の変更例に係る構造体は、繊維強化樹脂構造体100-1の変更例にかかる構造体が、軸に沿った断面形状が保持されたまま、所定方向に湾曲されたものと表現することもできる。

20

【0225】

第IIの実施形態の変更例にかかる繊維強化樹脂構造体100-2は、積層体50に対して前述の変形工程と、前述の湾曲工程と、を実施することで製造することができる（図18参照）。なお、図18においては、簡単のために発泡体30の表示を省略している。

【0226】

変形工程によって、積層体50（発泡体30）の断面形状が角柱状に変形し、且つ、湾曲工程によって積層体50の柱軸Aが湾曲される。

30

【0227】

これらの工程において、積層体50の側面部に外力が付加されることで、発泡体30および繊維体10が変形するが、発泡体30によって、繊維体10が潰されず、所定の形状（例えば、筒状）を保持することができる。

【0228】

変形工程および湾曲工程は、積層体50が発泡体30を含む状態、且つ、樹脂を硬化させる前の状態（換言すれば、未硬化樹脂25を含む状態）にて実施されればよく、変形工程の後に湾曲工程を実施する形態、湾曲工程の後に変形工程を実施する形態、変形工程と湾曲工程とを同時に実施する形態のいずれであってもよい。

【0229】

変形工程と湾曲工程とを同時に実施する場合、例えば、所定の湾曲構造を有し、且つ、所定の断面形状を有するような型枠に積層体50を嵌め込むことで実施することができる。

40

【0230】

また、繊維強化樹脂構造体100-2を製造するに際しては、図19に示されるように、複数の積層体50を、樹脂を硬化する前の状態（積層体50が未硬化樹脂25を含む状態）にてお互いに接触させる工程を設ける工程を更に有していてもよい（図19（b）参照）。

【0231】

例えば、図19に示す製造方法においては、先ず、湾曲工程を実施して得られた湾曲構造を有する積層体50を複数準備し（図19（a）参照）、これら複数の積層体50を互

50

いに接触するように配置し、その状態にて変形工程を実施し（図 19（b）参照）、最後に硬化することで、複数の連通孔を有し、且つ、これらの連通孔が互いに平行とならない繊維強化樹脂構造体 100 - 2 を製造することができる。

【0232】

なお、図 19（a）および図 19（b）においては、簡単のために発泡体 30 を省略している。

【0233】

なお、接触工程、変形工程、湾曲工程については、任意の順番で実施することができ、また、これらの一部または全部を同時に実施してもよい。

【0234】

接触工程、変形工程、および湾曲工程を同時に実施する場合、例えば、所定の湾曲構造を有し、所定の断面形状を有し、且つ、複数の積層体 50 を所定の位置に配置可能な型枠に、複数の積層体 50 を嵌め込むことで、実施することができる。

【0235】

このように、樹脂を硬化する前の状態（積層体 50 が未硬化樹脂 25 を含む状態）にて、複数の積層体 50 に、未硬化樹脂 25 を含むその他の部材等を接触させた後に、樹脂を硬化させることで、樹脂 20 によって一体化された構造体を得ることも可能である。複数の積層体 50 等を、樹脂を硬化する前の状態にて接触させて一体化させるという概念は、全ての実施形態において同様に適用することができる。即ち、各実施形態にて説明されたあらゆる構造体同士の組み合わせ、および、各実施形態にて説明されたあらゆる構造体と公知の構造体との組み合わせについて、各構造体が樹脂を介して一体化してなる構造体は、本発明の範囲内と解される。

【0236】

<<<< 第 III の実施形態 >>>>

<<< 構造 >>>

第 III の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体 100 - 3 は、例えば、繊維体 10 と、繊維体 10 に含浸された樹脂 20 と、を少なくとも含み、第 1 の連通孔 H と、第 1 の連通孔 H と平行する第 2 の連通孔 H と、第 1 の連通孔 H および第 2 の連通孔 H を画定する壁部と、を少なくとも備え、壁部が繊維体 10 を含む、繊維強化樹脂構造体である。

【0237】

繊維強化樹脂構造体 100 - 3 は、所定の方向（例えば、ある直線）に対して孔軸 C が垂直に並ぶように、互いに平行に配列された、複数の連通孔 H を含むものである。繊維強化樹脂構造体 100 - 3 の有する連通孔 H の数は 2 個以上であればよい。例えば、図 20（f）においては 4 個の連通孔 H を有する構造体、図 21（f）においては、13 個の連通孔 H を有する構造体、図 22（f）においては、12 個の連通孔 H を有する構造体、図 23（f）においては、7 個の連通孔 H を有する構造体を示している。

【0238】

第 1 の連通孔 H と第 2 の連通孔 H とは、お互いに平行となるように設けられている。なお、第 1 の連通孔 H と第 2 の連通孔 H とが平行であるとは、全体的に見て、片側の連通孔 H の孔軸 C ともう一方の連通孔 H の孔軸 C とが平行と解される程度に規則的に配列されていることを示す。

【0239】

各連通孔 H を画定する壁部（例えば、肉厚となる樹脂 20）は繊維体 10 を含む。各連通孔 H の周囲の壁部全体に繊維体 10 が存在すること、換言すれば、連通孔 H の周囲を繊維体 10 が連続して 1 周以上取り囲むように設けられていることが好ましい。

【0240】

本形態においては、ある連通孔 H と別の連通孔 H とを区画する壁部（ある連通孔 H と別の連通孔 H との間に存在する壁部）に、繊維体 10 が含まれる。このように構成すること

10

20

30

40

50

で、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 の厚み方向（連通孔 H が並ぶ方向に垂直な方向）に対する強度を高めることができる。

【0241】

繊維強化樹脂構造体 100 - 3 は、連通孔の一部または全部に、発泡体 30 が挿通されていてよい（図 20（e）等参照）。

【0242】

繊維強化樹脂構造体 100 - 3 は、図 20（c）に示されるような構造であり、複数の円筒状の繊維体 10 が配列されており、且つ、これらが樹脂を介して近接した状態で硬化されたものであってもよい。一方で、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 は、図 21（f）に示されるように、複数の多角筒状の繊維体 10 が配列されており、且つ、これらが樹脂を介して近接した状態で硬化されたものであってもよい。また、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 は、円筒状の繊維体 10 と多角筒状の繊維体 10 とを組み合わせ得られたものであってもよい。

10

【0243】

第 III の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体 100 - 3 は、他の表現によれば、繊維体 10 と、繊維体 10 に含浸された樹脂 20 と、を少なくとも含み、繊維体 10 は、多角筒状の繊維体である、第 1 筒状繊維体 10 および第 2 筒状繊維体 10 を少なくとも含み、第 1 筒状繊維体の外側面を構成する平面部と、第 2 の筒状繊維体の外側面を構成する平面部と、が接触または近接している、繊維強化樹脂構造体である。

20

【0244】

このような観点でいえば、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 は、多角筒状の繊維体 10 を複数含むものである。また、これら複数の繊維体 10 は、複数の繊維体 10 の側面同士が接触または近接するように、規則的に配列されている。

【0245】

繊維強化樹脂構造体 100 - 3 に含まれる多角筒状の繊維体 10 の個数は特に限定されず、2 つ以上であればよい。

【0246】

繊維強化樹脂構造体 100 - 3 は、各筒状繊維体（例えば、第 1 筒状繊維体および第 2 筒状繊維体）の、全ての筒内部に発泡体 30 が挿通されていてよいし、全ての筒内部に発泡体 30 が挿通されていなくてもよいし、一部の筒内部に発泡体 30 が挿通されている一方で残りの筒内部には発泡体 30 が挿通されていなくてもよい。

30

【0247】

連通孔 H（乃至は繊維体 10）の配列方法としては、図 20 に示されるように、複数の連通孔 H（乃至は複数の繊維体 10）が一層に並ぶように配列させる方法、図 21 に示されるように、複数の連通孔 H（乃至は複数の繊維体 10）が配列された層を複数段重ねてハニカム状に配列させる方法、図 22 に示されるように、複数の連通孔 H（乃至は複数の繊維体 10）が配列された層を複数段重ねて格子状に配列させる方法、図 23 に示されるように、複数の連通孔 H（乃至は複数の繊維体 10）を円状に並ぶように配列させる方法、等が挙げられる。

40

【0248】

繊維強化樹脂構造体 100 - 3 は、図 24 に示されるように、複数の連通孔 H（乃至は複数の繊維体 10）が配列された層を複数有し、且つ、ある層と別の層とで、連通孔 H の孔軸 C の方向（乃至は繊維体 10 の筒軸方向）を異ならせるように配列させてもよい。

【0249】

連通孔 H を画定する壁部（乃至は繊維体 10 の筒形状）としては、特に限定されず、四角筒状であってもよいし、五角筒状以上であってもよいし、複数の形状を組み合わせたもの（例えば、図 21 に示すように、五角筒状および六角筒状を組み合わせたもの）であってもよい。

【0250】

50

繊維強化樹脂構造体 100-3 は、図 25 (1) に示すように、複数の連通孔 H (乃至は複数の繊維体 10) が、ある曲線に対して孔軸が垂直に並ぶように、互いに平行に配列されていてもよい。

【0251】

繊維強化樹脂構造体 100-3 は、図 25 (2) に示すように、連通孔 H の端部 (開口面) が封止されていてもよい (乃至は、潰されていてもよい)。例えば、繊維強化樹脂構造体 100-3 は、その上端部および/または下端部が押し潰された形状であってもよい。このように押し潰された端部は、例えば、ネジ止め等の固定部材を設置する面として使用することができる。

【0252】

繊維強化樹脂構造体 100-3 は、連通孔 H の片方の端部 (開口面) のみが封止されていてもよい (乃至は、潰されていてもよい) し、連通孔 H の両方の端部 (開口面) が封止されていてもよい (乃至は、潰されていてもよい)。

【0253】

この場合、繊維強化樹脂構造体 100-3 は、発泡体 30 を含んでいてもよいし、発泡体 30 を含んでいなくてもよい。

【0254】

なお、各実施形態にて説明された繊維強化樹脂構造体も同様に、連通孔 H の端部が封止された (乃至は、潰された) 構造とすることができる。

【0255】

繊維強化樹脂構造体 100-3 は、図 26 (f)、図 31 (f) に示すように、複数の連通孔 H (乃至は複数の繊維体 10) が近接する箇所に、空孔を有していてもよい。

【0256】

繊維強化樹脂構造体 100-3 は、図 27 (f) に示すように、補強部材 15 を有してもよい。この補強部材 15 には、樹脂 (樹脂 20) が含侵され、繊維強化樹脂構造体 100-3 として一体化されている。補強部材 15 を有することで、繊維体 10 が不足する箇所等を補強し、繊維強化樹脂構造体 100-3 の強度を向上させることができる。

【0257】

補強部材 15 を配置する箇所としては、特に限定されず、繊維体 10 が不足することで強度が不足し得る箇所等に適宜配置することができる。例えば、補強部材 15 は、図 27 に示すように複数の連通孔 H (乃至は複数の繊維体 10) が近接する箇所や、繊維強化樹脂構造体 100-3 の端部等に配置することができる。

【0258】

補強部材 15 の材料としては、特に限定されないが、繊維体 10 を構成する繊維と同様の材料とすることができる。即ち、補強部材 15 を、繊維で構成されたものとしてもよい。補強部材 15 の形状としては限定されず、適宜の形状とすればよい。例えば、補強部材 15 として、一方向強化材 (UD 材) や、これらを挟じた物などを使用してもよいし、シート状、シートを丸めた棒状などとしてもよく、補強したい箇所の形状に応じて変更可能である。補強部材 15 の含有量は、所望の繊維強化樹脂構造体 100-3 の強度などにあわせて適宜使用可能である。

【0259】

繊維強化樹脂構造体 100-3 は、図 28 (f) に示すように、複数の連通孔 H の孔径 (乃至は複数の繊維体 10 の筒内径) が、各々異なるものであってもよい。

【0260】

繊維強化樹脂構造体 100-3 は、図 29 (e) および図 30 (e) に示すように、連通孔 H の周囲を取り囲む壁部の厚み (乃至は、筒状の繊維体 10 および樹脂 20 の厚み) 、特に、繊維体 10 (乃至は、筒状の繊維体 10) の繊維厚みが、各連通孔 H 毎に異なってもよい。更に、この場合において、図 29 (e) および図 30 (e) に示すように、複数の連通孔 H の孔径 (乃至は複数の繊維体 10 の筒内径) が各連通孔 H 毎に異なってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 2 6 1 】

繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 3 に係る構造体は、繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 1 に係る構造体、及び / 又は、繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 1 の変更例に係る構造体が規則的に並べられ、樹脂を介して一体化された構造を有するものと表現することもできる。

【 0 2 6 2 】

< < < 製造方法 > > >

繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 3 の製造方法は、例えば、

柱状の第 1 の発泡体 3 0 と、第 1 の発泡体 3 0 の側面部の少なくとも一部を覆う繊維体 1 0 と、繊維体 1 0 を介して第 1 の発泡体 3 0 と近接する柱状の第 2 の発泡体 3 0 と、少なくとも有する集合体 5 5 であって、繊維体 1 0 には未硬化状態の熱硬化性樹脂（未硬化樹脂 2 5 ）が含浸された集合体 5 5 を準備する準備工程と、

10

集合体 5 5 に含まれる熱硬化性樹脂（未硬化樹脂 2 5 ）を熱硬化させる硬化工程とを含む方法である。

【 0 2 6 3 】

硬化工程等については、前述の通りである。図 2 0 (e) に示されるように、硬化工程を実施することで、集合体 5 5 に含まれる複数の繊維体 1 0 等が、熱硬化性樹脂を介して一体化される。

【 0 2 6 4 】

また、前述の通り、冷却工程、切断工程および除去工程を実施してもよい。

【 0 2 6 5 】

更に、繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 3 の製造方法は、硬化工程前に、集合体 5 5 の端部（開口面）を潰す封止工程（潰し工程）を設けてもよい。

20

【 0 2 6 6 】

封止工程（潰し工程）を実施する場合、繊維体 1 0 の長さを、発泡体 3 0 の長さよりも長くする（発泡体 3 0 から繊維体 1 0 がはみ出るように構成する）ようにしてもよい。

【 0 2 6 7 】

封止工程（潰し工程）は、集合体 5 5 の片方の端部（開口面）のみに対して実施してもよいし、集合体 5 5 の両方の端部（開口面）に対して実施してもよい。

【 0 2 6 8 】

封止工程（潰し工程）を行う場合、除去工程を実施してもよいし、除去工程を実施しなくてもよい。封止工程（潰し工程）は、集合体 5 5 が発泡体 3 0 を含む状態にて実施することが好ましい。

30

【 0 2 6 9 】

封止工程（潰し工程）は、集合体 5 5 の端部（開口面）が完全に閉じるように実施されてもよいし、集合体 5 5 の端部が開口を有する範囲で実施されてもよい。

【 0 2 7 0 】

< < 準備工程 > >

準備工程では、第 1 の発泡体 3 0 の側面部の少なくとも一部を覆う繊維体 1 0 と、繊維体 1 0 を介して第 1 の発泡体 3 0 と近接する柱状の第 2 の発泡体 3 0 と少なくとも有し、繊維体 1 0 には未硬化状態の熱硬化性樹脂（未硬化樹脂 2 5 ）が含浸された集合体 5 5 が準備される。

40

【 0 2 7 1 】

より具体的には、準備工程では、複数の積層体 5 0 が互いに接触乃至は近接するように配置された、集合体 5 5 を準備する（図 2 0 (a) ~ 図 2 0 (c) 等参照）。別の表現によれば、積層体 5 0 に含まれる発泡体 3 0 が、繊維体 1 0 を介して近接するように配置される。

【 0 2 7 2 】

集合体 5 5 に含まれる積層体 5 0 の個数および積層体 5 0 の並べ方は特に限定されず、所望の繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 3 の構造に応じて調整すればよい。

【 0 2 7 3 】

50

集合体 55 は、例えば、図 20 に示されるように、複数の積層体 50 が一層に並ぶように配列されたもの、図 21 に示されるように、複数の積層体 50 が配列された層を複数段重ねてハニカム状に配列されたもの、図 22 に示されるように、複数の積層体 50 が配列された層を複数段重ねて格子状に配列されたもの、図 23 に示されるように、複数の積層体 50 を円状に並ぶように配列されたもの等が挙げられる。

【0274】

集合体 55 は、図 24 に示されるように、連通孔 H (乃至は複数の繊維体 10) の孔軸 C がある方向を向くように複数の積層体 50 を配列してなるある層と、連通孔 H (乃至は複数の繊維体 10) の孔軸 C が別の方向を向くように複数の積層体 50 を配列してなる別の層と、を有するように複数の積層体 50 が配列されたものであってよい。

10

【0275】

ここで、集合体 55 は、図 20 (d) に示されるように、積層体 50 の側部と接触されるように設けられた板状の外周体 70 を有していてもよい。

【0276】

外周体 70 は、例えば、繊維体 10 を構成する繊維と同様の繊維と、未硬化樹脂 25 と、を含む。このような外周体 70 を使用することで、繊維強化樹脂構造体の強度を向上させることができる。

【0277】

外周体 70 の厚み等は、所望の繊維強化樹脂構造体 100 - 3 の強度などにあわせて適宜使用可能である。

20

【0278】

外周体 70 の形状は、特に限定されないが、例えば、平板状とすることができる。

【0279】

また、外周体 70 が、集合体 55 の側面全体を 1 周以上周回するように構成してもよい。このように構成した場合、硬化後の外周体 70 が繊維強化樹脂構造体 100 - 3 の外壁となることから、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 の強度を向上させ易くなる。

【0280】

外周体 70 は、複数の積層体 50 と接触するように設けられてもよい。外周体 70 が複数の積層体 50 と接触することで、外周体 70 に沿って積層体 50 が配置される。

【0281】

各積層体 50 の間には、他の部材が存在してもよいし、他の部材が存在せずともよい。例えば、図 27 に示されるように、集合体 55 は、補強部材 15 を含んでいてもよい。繊維強化樹脂構造体 100 - 3 において、補強部材 15 は、樹脂 20 を介して、繊維体 10 等と一体化される。そのため、補強部材 15 には、いずれかのタイミングで未硬化樹脂 25 を含侵させることが好ましい。未硬化樹脂 25 を含む積層体 50 と未硬化樹脂 25 を含まない補強部材 15 とを接触させることで積層体 50 に含まれる未硬化樹脂 25 を補強部材 15 に移動させてもよいし、未硬化樹脂 25 を含まない、積層体 50 および補強部材 15 を含む集合体 55 を形成した後に集合体 55 に含侵工程を実施させてもよいが、補強部材 15 に予め未硬化樹脂 25 を含侵させておくことが好ましい。

30

【0282】

ある積層体 50 と別の積層体 50 とで、発泡体 30 や繊維体 10 の形状や材質等を相違させてもよい。例えば、図 28 に示されるように、集合体 55 は、異なる径を有する複数の発泡体 30 (積層体 50) を含んでいてもよい。

40

【0283】

更に、集合体 55 は、図 29、図 30、図 31 に示すように、複数の積層体 50 と、1 つ以上の発泡体 30 (予め繊維体 10 で覆われていない発泡体 30) と、が配列されたものであってよい。このように構成した場合、得られる繊維強化樹脂構造体 100 - 3 は、壁部内に含まれる繊維体 10 の厚みが場所によって相違し得る。また、このように構成した場合、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 の有する連通孔 H の径が場所によって大きく相違し得る。また、このように構成した場合、壁間のピッチ (連通孔 H の密 / 疎) を調整す

50

ることができる。以上のようにして、デザイン性、強度、コスト、重量等を考慮して、必要な壁部の厚み（繊維体 10 の量）や連通孔 H の大きさ等を調整したい場合、更には、特定の領域を高強度とする設計としたい場合に、このような方法を採用し得る。

【0284】

<<変形工程>>

変形工程においては、複数の積層体 50 が集合体 55 として並べられた状態で、複数の積層体 50 に外力が加えられる。

【0285】

また、積層体 50 は発泡体 30 を含むことから、変形工程を行った際に積層体 50 の軸（発泡体 30 の柱軸 A）がずれ難い。従って、変形工程前後にて、複数の積層体 50 の全体としての配列の仕方（特に、発泡体 30 の柱軸 A の配列の仕方）が、ほぼ変わらずに保持される。その結果、得られる繊維強化樹脂構造体 100 - 3 において、各連通孔 H の孔軸 C を互いに平行とすることができる。

10

【0286】

また、積層体 50 は発泡体 30 を含むことから、積層体 50 の側面同士が接触又は近接する状態において、または、積層体 50 の側面と別の面（例えば、所定の型枠の内面等の固定面や外周体 70）とが接触する状態において、積層体 50 に外力が加えられることで、発泡体 30 に圧縮力および反発力が働く。その結果、積層体 50 の側面は、平面化されるように変形し、角柱状の積層体 50 が形成される。繊維体 10 が積層体 50 内で筒状に設けられている場合には、ある筒状の繊維体 10 の外側面を構成する平面部と、別の筒状の繊維体 10 の外側面を構成する平面部と、が接触または近接する（即ち、このような平面部同士が平行となっている）ような、繊維強化樹脂構造体とすることができる。

20

【0287】

変形工程において、外力を付加する方法としては、特に限定されない。

【0288】

外力の付加は、例えば、所定の型枠内に集合体 55 を嵌め込んで実施することができる。

【0289】

外力の付加は、外周体 70 で集合体 55 を挟み込むことで実施してもよい。また、外周体 70 で集合体 55 を挟み込んだままの状態を硬化工程を実施することで、外周体 70 を外殻として有する繊維強化樹脂構造体 100 - 3 を製造することができる。なお、外周体 70 を 2 枚使用して集合体 55 を前後から挟み込んだ場合、左端および右端に存在する積層体 50 は、隣接する部材（積層体 50 または外周体 70）が存在せず、開放された側面を有することとなる。このような開放された側面が存在する状況で変形工程を実施した場合、集合体 55 の側面方向の変形を押し戻す力が存在しなくなるため、集合体 55 の端部側面（端部に存在する積層体 50 の側面）は、発泡体 30 の膨張に沿った曲面構造を形成し得る。

30

【0290】

集合体 55 に外周体 70 を適用する場合、外周体 70 を先に硬化させ、硬化済みの外周体 70 を集合体 55 に接触させ、集合体 55 に含まれる未硬化樹脂を硬化させてもよいが、未硬化樹脂を含む外周体 70 を集合体 55 に接触させて、集合体 55 及び外周体 70 に含まれる未硬化樹脂の硬化を同時に行うことが好ましい。

40

【0291】

外力の付加は、集合体 55 全体を紐等でしばりつけることで実施してもよい。

【0292】

外力の付加は、集合体 55 全体又は一部を、袋状などの可撓性材料内に梱入し、密閉したのち可撓性材料内の空気を吸引して、減圧雰囲気にして実施されることが好ましい。この場合、集合体 55 に含まれる繊維体 10 内の未硬化の樹脂は、空気が吸引される吸引力及び減圧による圧縮力の作用を受け、繊維体 10 の内部に緻密に充填される。このため、硬化後の繊維強化樹脂構造体は緻密な重点構造を形成することが可能となり欠陥が著しく減少する。これにより、繊維強化樹脂構造体の機械的強度などの物理特性が向上する。熱

50

硬化工程において、大気圧との差圧により外周体 70 に繊維体 10 を均一に押圧ができる効果及び発泡体がさらに膨張することにより外周体 70 に繊維体 10 を強く押圧ができる効果があり、成型性（皺や撚れなどがなく、形状を所望の形状とすること）をさらに優れたものとすることができる。減圧の条件としては特に限定されず、通常実施される程度の条件とすればよい。

【0293】

外力を付加する際に、外力の付加の方向等を調整することで、種々の構造の繊維強化樹脂構造体 100 - 3 を得ることができる。

【0294】

集合体 55 に対して、前後方向（乃至は前後方向および左右方向）から外力を付加することで、図 20（f）等々に示されるような、全体として直方体状の繊維強化樹脂構造体 100 - 3 を得ることができる。

10

【0295】

集合体 55 に対して、集合体 55 の周囲方向から略均等に外力を付加することで、図 23（f）等々に示されるような、全体として円筒状の繊維強化樹脂構造体 100 - 3 を得ることができる。

【0296】

外力を付加する際に、集合体 55 と接触する面（例えば、使用する型枠の内面）の形状を変更することで、図 25（1）に示されるような、複数の連通孔 H（乃至は複数の繊維体 10）が、ある曲線に対して孔軸が垂直に並ぶように、互いに平行に配列された、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 を得ることができる。

20

【0297】

変形工程においては、外力を調整することで、発泡体 30 の変形の程度および積層体 50 の変形の程度を調整することができる。例えば、集合体 55 に対する外力を弱めた場合、積層体 50 の変形が抑制され、積層体 50 に外力が十分に寄与しない領域（空孔領域）が形成され得る。その結果、図 26 に示されるように、積層体 50 の角部に対応する箇所において曲面形状が維持され得る。また、同様に、外力を付加する際に型枠を使用した場合、積層体 50 の変形が型枠の角部等に追従しない領域（非追従領域）が形成され得る。このような空孔領域や非追従領域を有することが好ましくない場合には、これらの領域に該当し得る箇所に、予め補強部材 15 を配しておくことが好ましい。

30

【0298】

図 20 に示す方法では、発泡体 30 と繊維体 10 と未硬化樹脂 25 とを含む積層体 50 を準備し（図 20（a））、複数の積層体 50 を、繊維体 10 が接触または近接するように配置し（図 20（b））、2つの外周体 70 で配置された複数の積層体 50 を挟み込んで集合体 55 とし（図 20（c））、集合体 55 に外力を付加して全体を圧縮させて積層体 50（発泡体 30）の軸に垂直な断面形状を変形させ、その後硬化させることにより、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 を形成し（図 20（e））、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 から発泡体 30 を除去している（図 20（f））。

【0299】

図 21 および図 22 に示す方法では、発泡体 30 と繊維体 10 と未硬化樹脂 25 とを含む積層体 50 を準備し（図 21（a）、図 22（a））、複数の積層体 50 を繊維体 10 が接触または近接するようにして 1 列に並べ、この複数の積層体 50 からなる列が複数列となるように並べて集合体 55 とし（図 21（b）～図 21（d）、図 22（b）～図 22（d））、集合体 55 に外力を付加して全体を圧縮させ積層体 50（発泡体 30）の軸に垂直な断面形状を変形させて、その後硬化させることにより、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 を形成し（図 21（e）、図 22（e））、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 から発泡体 30 を除去している（図 21（f）、図 22（f））。

40

【0300】

図 23 に示す方法では、発泡体 30 と繊維体 10 と未硬化樹脂 25 とを含む積層体 50 を準備し（図 23（a））、積層体 50 の周囲を複数の積層体 50 で囲むように、且つ、

50

繊維体 10 同士が接触または近接するようにして積層体 50 を並べて集合体 55 とし (図 23 (b) ~ 図 23 (d))、集合体 55 に外力を付加して全体を圧縮させ積層体 50 (発泡体 30) の軸に垂直な断面形状を変形させて、その後硬化させることにより、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 を形成し (図 23 (e))、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 から発泡体 30 を除去している (図 23 (f))。

【 0301】

図 24 に示す方法では、発泡体 30 と繊維体 10 と未硬化樹脂 25 とを含む積層体 50 を準備し (図 24 (a))、複数の積層体 50 を繊維体 10 が接触または近接するようにして 1 列に並べ、この複数の積層体 50 からなる列を積層体 50 の向きが異なるように重ねて集合体 55 とし (図 24 (b) ~ 図 24 (d))、集合体 55 に外力を付加して全体を圧縮させ積層体 50 (発泡体 30) の軸に垂直な断面形状を変形させて、その後硬化させることにより、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 を形成し (図 24 (e))、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 から発泡体 30 を除去している (図 24 (f))。

10

【 0302】

図 26 に示す方法では、発泡体 30 と繊維体 10 と未硬化樹脂 25 とを含む積層体 50 を準備し (図 26 (a))、複数の積層体 50 を、繊維体 10 が接触または近接するように配置し (図 26 (b) ~ (c))、集合体 55 に外力を付加し、3 以上の積層体 50 の端部が集合する箇所が密着しない状態となるまで全体を圧縮させ積層体 50 (発泡体 30) の軸に垂直な断面形状を変形させて (図 26 (d))、その後硬化させることにより、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 を形成し (図 26 (e))、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 から発泡体 30 を除去している (図 26 (f))。

20

【 0303】

図 27 に示す方法では、発泡体 30 と繊維体 10 と未硬化樹脂 25 とを含む積層体 50 と、補強部材 15 と、を準備し (図 27 (a))、複数の積層体 50 を繊維体 10 が接触または近接するように配置し、且つ、補強部材 15 を複数の積層体 50 の間に配置し (図 27 (b) ~ (c))、集合体 55 に外力を付加して全体を圧縮させ積層体 50 (発泡体 30) の軸に垂直な断面形状を変形させて (図 27 (d))、その後硬化させることにより、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 を形成し (図 27 (e))、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 から発泡体 30 を除去している (図 27 (f))。

【 0304】

図 28 に示す方法では、発泡体 30 と繊維体 10 と未硬化樹脂 25 とを含む比較的径の大きな積層体 50 と、発泡体 30 と繊維体 10 と未硬化樹脂 25 とを含む比較的径の小さな積層体 50 と、を準備し (図 28 (a))、比較的径の小さな積層体 50 を囲むように複数の比較的径の大きな積層体 50 を配置し (図 28 (b) ~ (c))、集合体 55 に外力を付加し全体を圧縮させ積層体 50 (発泡体 30) の軸に垂直な断面形状を変形させて (図 28 (d))、その後硬化させることにより、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 を形成し (図 28 (e))、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 から発泡体 30 を除去している (図 28 (f))。

30

【 0305】

図 29 に示す方法では、発泡体 30 と繊維体 10 と未硬化樹脂 25 とを含む積層体 50 と、繊維体 10 が配されていない発泡体 30 と、を準備し、積層体 50 と発泡体 30 とを交互に配置し (図 29 (a))、2 つの外周体 70 で配置された積層体 50 および発泡体 30 を挟み込んで集合体 55 とし (図 29 (b))、集合体 55 に外力を付加して全体を圧縮させ積層体 50 (発泡体 30) の軸に垂直な断面形状を変形させて (図 29 (c))、その後硬化させることにより、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 を形成し (図 29 (d))、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 から発泡体 30 を除去している (図 29 (e))。

40

【 0306】

図 30 に示す方法では、発泡体 30 と繊維体 10 と未硬化樹脂 25 とを含む積層体 50 と、繊維体 10 が配されていない発泡体 30 と、を準備し、積層体 50 と発泡体 30 とが並ぶように、および、発泡体 30 が連続して並ぶように配置し (図 30 (a))、2 つの

50

外周体 70 で配置された積層体 50 および発泡体 30 を挟み込んで集合体 55 とし (図 30 (b))、集合体 55 に外力を付加して全体を圧縮させ積層体 50 (発泡体 30) の軸に垂直な断面形状を変形させて (図 30 (c))、その後硬化させることにより、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 を形成し (図 30 (d))、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 から発泡体 30 を除去している (図 30 (e))。

【 0 3 0 7 】

図 31 に示す方法では、発泡体 30 と繊維体 10 と未硬化樹脂 25 とを積層体 50 と、繊維体 10 が配されていない発泡体 30 と、を準備し (図 31 (a))、発泡体 30 を囲むように複数の積層体 50 を配置し (図 31 (b) ~ (c))、集合体 55 に外力を付加し全体を圧縮させ積層体 50 (発泡体 30) の軸に垂直な断面形状を変形させて (図 31 (d))、その後硬化させることにより、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 を形成し (図 31 (e))、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 から発泡体 30 を除去している (図 31 (f))。

10

【 0 3 0 8 】

< < < 第 I V の実施形態 > > >

< < < 構造 > > >

第 I V の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体 100 - 4 は、繊維体 10 と、繊維体 10 に含浸された樹脂 20 と、を少なくとも含み、第 1 の連通孔 H と、第 1 の連通孔 H と平行する第 2 の連通孔 H と、第 1 の連通孔 H および第 2 の連通孔 H を画定する壁部と、を少なくとも備え、

20

第 1 の連通孔 H および前記第 2 の連通孔 H は、孔軸 C が湾曲しており、壁部は繊維体 10 を含む、繊維強化樹脂構造体である。

【 0 3 0 9 】

また、第 1 の連通孔 H および第 2 の連通孔 H は、孔軸 C に垂直な断面における断面形状が多角形状であってもよい。

【 0 3 1 0 】

繊維強化樹脂構造体 100 - 4 に含まれる連通孔 H の数は、2 個以上であればよい。

【 0 3 1 1 】

繊維強化樹脂構造体 100 - 4 は、複数の連通孔 H を有し、孔軸 C が湾曲された複数の連通孔 H を有し、且つ、連通孔 H は互に平行となるように配列されている。このように、繊維強化樹脂構造体 100 - 1 の変更例の特徴と、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 の特徴と、備える繊維強化樹脂構造体とすることもできる。そのため、各実施形態について説明された全ての事項を、繊維強化樹脂構造体 100 - 4 に対して当て嵌めることができる。

30

【 0 3 1 2 】

なお、第 I V の実施形態に係る繊維強化樹脂構造体 100 - 4 は、他の表現によれば、繊維体 10 と、繊維体 10 に含浸された樹脂 20 と、を少なくとも含み、繊維体 10 は、第 1 の筒状の繊維体 10 および第 2 の筒状の繊維体 10 を少なくとも含み、

第 1 の筒状の繊維体 10 は、筒軸 B が湾曲した湾曲多角筒状構造を有し、且つ、筒軸 B に平行な外側面を有し、

40

第 2 筒状繊維体は、筒軸 B が湾曲した湾曲多角筒状構造を有し、且つ、筒軸 B に平行な外側面を有し、

第 1 筒状繊維体の外側面と、第 2 筒状繊維体の外側面と、が接触または近接している、繊維強化樹脂構造体である。

【 0 3 1 3 】

更に別の表現をすれば、繊維強化樹脂構造体 100 - 4 は、規則的に配列され、各々接触または近接して設けられた複数の多角筒状の繊維体 10 を含み、且つ、複数の繊維体 10 に亘って存在する、所定の方向に湾曲している湾曲部 60 を有する。

【 0 3 1 4 】

50

連通孔 H の孔軸 C の湾曲の度合い（乃至は繊維体 10 の湾曲部の曲率）は、適宜自由に設計可能である。また、複数の連通孔 H において、湾曲の度合いが同一であってもよいし、異なってもよい。

【0315】

繊維強化樹脂構造体 100 - 4 を湾曲させる方向としては特に限定されない。例えば、図 3 2 (g) に示されるように、繊維強化樹脂構造体 100 - 4 の正面方向、換言すれば、複数の連通孔 H（乃至は複数の繊維体 10）が配列されて形成される仮想的な平面に対して垂直な方向に湾曲させてもよいし、図 3 3 (g) に示されるように、繊維強化樹脂構造体 100 - 4 の側面方向、換言すれば、複数の連通孔 H（乃至は複数の繊維体 10）が配列された方向と同じ方向に湾曲させてもよい。

10

【0316】

また、図 3 3 に示されるように、繊維強化樹脂構造体 100 - 4 は、複数の湾曲部 60 を有してもよい。

【0317】

図 3 4 に示されるように、繊維強化樹脂構造体 100 - 4 は、複数の連通孔 H（乃至は複数の繊維体 10）が、複数列に配された形態であってもよい。

【0318】

繊維強化樹脂構造体 100 - 4 全体が挟じられているような形態も、本発明の範囲内である。

【0319】

繊維強化樹脂構造体 100 - 4 に係る構造体は、繊維強化樹脂構造体 100 - 2、及び / 又は、繊維強化樹脂構造体 100 - 2 の変更例に係る構造体が規則的に並べられ、樹脂を介して一体化された構造を有するものと表現することもできる。更に、繊維強化樹脂構造体 100 - 4 に係る構造体は、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 に係る構造体が、軸に沿った断面形状が保持されたまま、全体として所定方向に湾曲されたものと表現することもできる。

20

【0320】

<<< 製造方法 >>>

繊維強化樹脂構造体 100 - 4 の製造方法は、例えば、

柱状の第 1 の発泡体 30 と、第 1 の発泡体 30 の側面部の少なくとも一部を覆う繊維体 10 と、繊維体 10 を介して第 1 の発泡体 30 と近接する柱状の第 2 の発泡体 30 と、を有する集合体 55 であって、繊維体 10 には未硬化状態の熱硬化性樹脂（未硬化樹脂 25）が含浸された集合体 55 を準備する準備工程と、

30

集合体 55 に外力を付加し、第 1 の発泡体 30 および第 2 の発泡体 30 の断面形状を変形させる変形工程と、

発泡体 30 の柱軸 A が湾曲するように集合体 55 を湾曲させる湾曲工程と、

集合体 55 に含まれる熱硬化性樹脂（未硬化樹脂 25）を熱硬化させる硬化工程とを含む方法である。

【0321】

繊維強化樹脂構造体 100 - 4 の製造方法は、図 2 0 (c) に示されたような集合体 55 に対して、変形工程を実施せず、且つ、湾曲工程を実施する方法であってもよいが、変形工程と湾曲工程とを実施することが好ましい。即ち、繊維強化樹脂構造体 100 - 4 の製造方法は、集合体 55 に外力を付加し、第 1 の発泡体 30 および第 2 の発泡体 30 の断面形状を変形させる変形工程を更に含むことが好ましい。

40

【0322】

準備工程については、繊維強化樹脂構造体 100 - 3 の製造方法と同様にして実施することができる。

【0323】

湾曲工程については、湾曲させる対象が積層体 50 から集合体 55 に変わった以外は、前述の内容を参照可能である。即ち、湾曲工程では、複数の積層体 50 が集合体 55 とし

50

て並べられた状態で、集合体 55 に含まれる複数の発泡体 30 の柱軸 A が湾曲するように、複数の積層体 50 に外力を付加する。外力を付加する方法としては、前述のように、型枠に集合体 55 を嵌め込むこと等で実施することができる。

【0324】

変形工程については、前述の内容を参照可能である。即ち、変形工程においては、複数の積層体 50 が集合体 55 として並べられた状態で、複数の積層体 50 に外力を加え、複数の発泡体 30 の断面形状を変形させる。外力を付加する方法としては、前述のように、型枠に集合体 55 を嵌め込むこと等で実施することができる。

【0325】

前述の通り、変形工程と湾曲工程とは、同時に実施してもよいし、別々に実施してもよい。

10

【0326】

硬化工程については、前述の通りである。図 32 (f) に示されるように、硬化工程を実施することで、集合体 55 に含まれる複数の繊維体 10 等が、熱硬化性樹脂を介して一体化される。

【0327】

また、前述の通り、冷却工程、切断工程および除去工程を実施してもよい。

【0328】

図 32 および図 33 に示す方法では、発泡体 30 と繊維体 10 と未硬化樹脂 25 とを含む積層体 50 を準備し (図 32 (a)、図 33 (a))、複数の積層体 50 を、繊維体 10 が接触または近接するように配置し、2つの外周体 70 で配置された複数の積層体 50 を挟み込んで集合体 55 とし (図 32 (b) ~ 図 32 (d)、図 33 (b) ~ 図 33 (d))、集合体 55 に外力を付加して全体を圧縮させ積層体 50 (発泡体 30) の軸に垂直な断面形状を変形させると共に、集合体 55 の側面部から積層体 50 (発泡体 30) の軸を湾曲させるように外力を付加し (図 32 (e)、図 33 (e))、その後硬化させることにより、湾曲部 60 を有する (連通孔 H の孔軸 C が湾曲している) 繊維強化樹脂構造体 100 - 4 を形成し (図 32 (f)、図 33 (f))、繊維強化樹脂構造体 100 - 4 から発泡体 30 を除去している (図 32 (g)、図 33 (g))。

20

【0329】

図 34 に示す方法では、詳細は図示しないが、発泡体 30 と繊維体 10 と未硬化樹脂 25 とを含む積層体 50 を準備し、複数の積層体 50 を繊維体 10 が接触または近接するようにして 1 列に並べ、この複数の積層体 50 からなる列が複数列となるように並べて集合体 55 とし、集合体 55 に外力を付加して全体を圧縮させて積層体 50 (発泡体 30) の軸に垂直な断面形状を変形させると共に、集合体 55 の側面部から積層体 50 (発泡体 30) の軸を湾曲させるように外力を付加し、その後硬化させることにより、湾曲部 60 を有する (連通孔 H の孔軸 C が湾曲している) 繊維強化樹脂構造体 100 - 4 を形成し、繊維強化樹脂構造体 100 - 4 から発泡体 30 を除去している。

30

【0330】

なお、各実施の形態において、柱軸 A と、筒軸 B と、孔軸 C とは、略一致する場所に存在するものと考えることが可能なため、柱軸 A と、筒軸 B と、孔軸 C とを、各々読み替えて説明することもできる。

40

【0331】

次に、図 35 乃至図 45 を用いて、上述の各実施形態の変形例を説明する。

【0332】

図 35 乃至図 45 に示す繊維強化樹脂構造体の変形例を説明するにあたり、上述と同様な構成要素には同一の符号を付することによって、その説明を省略または簡略化するものとする。また、以後の、各種の変形例で説明する繊維強化樹脂構造体は、上述の実施形態例にて説明したいずれかの製造方法と同様にして製造されたものを含む。そのため、上述の実施形態例の製造方法を適宜引用するものとする。

【0333】

50

まず、図 3 5 乃至図 4 0 に示す繊維強化樹脂構造体の変形例を説明する。

【 0 3 3 4 】

以下の説明において、図 3 5 (a)、図 3 6 (a)、図 3 7 (a)、図 3 8 (a) 及び図 3 9 (a) に示す繊維強化樹脂構造体を繊維強化樹脂構造体 A といい、図 3 5 (b)、図 3 6 (b)、図 3 7 (b)、図 3 8 (b)、図 3 9 (b) 及び図 4 0 (c) に示す繊維強化樹脂構造体を繊維強化樹脂構造体 B という。

【 0 3 3 5 】

繊維強化樹脂構造体 A の製造方法は、

柱状の発泡体 3 0 と、発泡体 3 0 の側面部を 1 周以上巻回する繊維体 1 0 と、を有する積層体 5 0 であって、繊維体 1 0 には未硬化状態の熱硬化性樹脂（未硬化樹脂）が含浸された積層体 5 0 を準備し、発泡体 3 0 の柱軸 A が湾曲するように積層体 5 0 を湾曲させ、積層体 5 0 に外力を付加して積層体 5 0 に含まれる熱硬化性樹脂を熱硬化させる工程を含み、

10

発泡体の J I S K 6 4 0 0 - 2 : 2 0 1 2 に準拠して測定した 2 5 % 圧縮荷重が、1 ~ 2 0 0 0 k P a であることを特徴とする、繊維強化樹脂構造体の製造方法（発泡体 3 0 として 2 次発泡可能な発泡体と；未硬化状態の熱硬化性樹脂（未硬化樹脂）及び気体が滲出可能なブリードホールを有し、且つ、積層体 3 0 を覆う被覆体と；を用いる方法を除く）。

【 0 3 3 6 】

繊維強化樹脂構造体 B の製造方法は、

柱状の発泡体 3 0 と、発泡体 3 0 の側面部を 1 周以上巻回する繊維体 1 0 と、を有する積層体 5 0 であって、繊維体 1 0 には未硬化状態の熱硬化性樹脂（未硬化樹脂）が含浸された積層体 5 0 を準備し、発泡体 3 0 の柱軸 A が湾曲するように積層体 5 0 を湾曲させ、積層体 5 0 に外力を付加して積層体 5 0 に含まれる熱硬化性樹脂を熱硬化させ、熱硬化させた後に積層体 5 0 を冷却して発泡体 3 0 を収縮させ、発泡体 3 0 を収縮させた後に積層体 5 0 に含まれる発泡体 3 0 を除去する工程を含み、

20

発泡体の J I S K 6 4 0 0 - 2 : 2 0 1 2 に準拠して測定した 2 5 % 圧縮荷重が、1 ~ 2 0 0 0 k P a であることを特徴とする、繊維強化樹脂構造体の製造方法（発泡体 3 0 として 2 次発泡可能な発泡体と；未硬化状態の熱硬化性樹脂（未硬化樹脂）及び気体が滲出可能なブリードホールを有し、且つ、積層体 3 0 を覆う被覆体と；を用いる方法を除く）。

30

【 0 3 3 7 】

繊維強化樹脂構造体 A は、

柱状の発泡体 3 0 と、発泡体 3 0 を包囲する繊維体 1 0 と、繊維体 1 0 に含浸された樹脂 2 0 と、を少なくとも含み、

発泡体 3 0 は、好ましくは少なくとも繊維体 1 0 の一方端から他方端まで延在する中実体であり、

繊維体 1 0 は、繊維体 1 0 の一部または全部が湾曲している繊維強化樹脂構造体である。

【 0 3 3 8 】

繊維強化樹脂構造体 B は、

繊維体 1 0 と、繊維体 1 0 に含浸された樹脂 2 0 と、を少なくとも含み、

繊維体 1 0 は、繊維体 1 0 の一部または全部が湾曲している繊維強化樹脂構造体である。

40

【 0 3 3 9 】

繊維強化樹脂構造体 A と繊維強化樹脂構造体 B とを比較すると、繊維強化樹脂構造体 A は発泡体 3 0 を含み、繊維強化樹脂構造体 B は発泡体 3 0 を含まない点で主として相違する。

【 0 3 4 0 】

以下の説明において、積層体 5 0 を準備する工程を「準備工程」、積層体 5 0 を湾曲させる工程を「湾曲工程」、繊維体 1 0 に含浸された未硬化樹脂を硬化させる工程を「硬化工程」、硬化工程後に積層体 5 0 を冷却して発泡体 3 0 を収縮させる工程を「冷却工程」

50

、冷却工程後に積層体 50 に含まれる発泡体 30 を除去する工程を「除去工程」とそれぞれいう。なお、ここでは説明を省略するが、各製造方法は、上述した変形工程を更に実施することができる（例えば、図 38 (b) 等参照）。

【0341】

なお、繊維強化樹脂構造体 A では、発泡体 30 が繊維体 10 の一方端から他方端まで延在する構成であるが、この構成に限られず、例えば、発泡体 30 が繊維体 10 の一方端から他方端の手前まで延在する構成であってもよい。即ち、発泡体 30 が繊維体 10 の一方端から延びて繊維体 10 の他方端まで到達しない構成であってもよい。また、これと同様に、繊維体 10 の一方端から中心側に所定間隔離れた第 1 位置と、繊維体 10 の他方端から中心側に所定間隔離れた第 2 位置と、の間にのみ発泡体 30 が延在している構成であってもよい。

10

【0342】

<変形例 1>

図 35 は、変形例 1 に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。図 35 (a) に示すように、変形例 1 に係る繊維強化樹脂構造体 100 - 5 は、図 17 にて説明した方法によって製造される。ここで、図 17 では、1つの湾曲部を有する繊維強化樹脂構造体を例示しているが、図 35 に示す変形例 1 では、複数の湾曲部を有する繊維強化樹脂構造体を例示している。

【0343】

変形例 1 に係る繊維強化樹脂構造体 100 - 5 の製造方法では、湾曲工程に複数の工程が含まれる。具体的には、積層体 50 の一方端から中心側に所定間隔離れた第 1 位置で積層体 50 を湾曲させる工程と、積層体 50 の他方端から中心側に所定間隔離れた第 2 位置で積層体 50 を湾曲させる工程と、第 1 位置と第 2 位置との間に存する発泡体 30 の柱軸 A が所定の形状（例えば、V 字状や矩形状）になるように積層体 50 を湾曲させる工程とを含む。なお、本変形例 1 では、第 1 位置と第 2 位置との間に存する発泡体 30 の柱軸 A が U 字状または逆 U 字状となるように積層体 50 を湾曲させる。

20

【0344】

変形例 1 に係る繊維強化樹脂構造体 100 - 5 では、円筒状の繊維体 10 が、開口部 10 a と、開口部 10 b と、複数の湾曲部 60 a 乃至 60 c と、複数の非湾曲部 60 d 乃至 60 g と、を有している。

30

【0345】

開口部 10 a は、X1 方向に開放し、開口部 10 b は、X2 方向に開放している。なお、開口部 10 a、10 b の開放する方向を任意に設定することができる。例えば、開口部 10 a、10 b の開放する方向を何れも X1 方向に設定することができる。

【0346】

湾曲部 60 a は、正面視（Y 方向に見て）、逆 U 字状に折れ曲がる。同様に、正面視（Y 方向に見て）、湾曲部 60 b は L 字状に折れ曲がり、湾曲部 60 c は L 字の鏡像体状に折れ曲がる。なお、繊維体 10 が、湾曲部 60 a 乃至 60 c のうち少なくともいずれか一つの湾曲部を有する構成であってもよい。

【0347】

非湾曲部 60 d は、開口部 10 a から湾曲部 60 c まで X2 方向に直線状に延びる。非湾曲部 60 e は、開口部 10 b から湾曲部 60 b まで X1 方向に直線状に延びる。非湾曲部 60 f は、湾曲部 60 c と湾曲部 60 a とを接続するように Z 方向に直線状に延びる。非湾曲部 60 g は、湾曲部 60 b と湾曲部 60 a とを接続するように Z 方向に直線状に延びる。

40

【0348】

<変形例 2>

図 36 は、変形例 2 に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。図 36 (a) に示すように、変形例 2 に係る繊維強化樹脂構造体は、複数の積層体 50 を有している。ここで、図 17 では、1つの積層体 50 を湾曲させた繊維強化樹脂構造体を例示しているが、

50

変形例 2 では、複数（例えば 4 つ）の積層体 5 0 を集合させたものを湾曲させた繊維強化樹脂構造体を例示している。

【 0 3 4 9 】

変形例 2 に係る繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 5 の製造方法は、複数の積層体（積層体 5 0 a 乃至 5 0 d）を集合させて集合体（積層体群ともいう。）とする配置工程を含み、湾曲工程は、集合体の一部を湾曲させる工程である。なお、湾曲工程のことを捺じり工程ともいう。

【 0 3 5 0 】

配置工程は、発泡体 3 0 の柱軸 A が X 方向に延びるように複数の積層体 5 0 を並べて集合体 5 5 とする工程である。このとき、複数の積層体 5 0 を Y 方向に整列させる。具体的には、積層体 5 0 a に積層体 5 0 b を、積層体 5 0 b に積層体 5 0 c を、積層体 5 0 c に積層体 5 0 d をそれぞれ隣接させるように整列させる。

10

【 0 3 5 1 】

湾曲工程は、集合体 5 5 の一方端と他方端との間に位置する所定位置を湾曲させる工程である。図 3 6 (a) に示す例では、集合体 5 5 の両端のうち一方端（図示右側）における積層体の配列状態を変更することにより、前記所定位置を湾曲させる。より詳細に説明すると、積層体 5 0 c 及び積層体 5 0 d の一方端を上方に持ち上げ、これらを積層体 5 0 a 及び積層体 5 0 b の一方端の上に積み上げることにより、前記所定位置を湾曲させる。なお、湾曲工程は、集合体 5 5 の一方端と他方端との少なくとも一方を湾曲させる工程であってもよい。つまり、集合体 5 5 の一方端及び / 又は他方端が湾曲されていてもよい。

20

【 0 3 5 2 】

図 3 6 (b) に示すように、変形例 2 に係る繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 5 は、複数の繊維体 1 0（繊維体 1 0 a 乃至 1 0 d）を含み、これら複数の繊維体 1 0 は、湾曲部 6 0（捺じり部 6 0）と非湾曲部（非捺じり部）とをそれぞれ有している。なお、繊維体 1 0 a 乃至 1 0 d の非湾曲部は、何れも X 方向に直線状に延びている。

【 0 3 5 3 】

変形例 2 に係る繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 5 は、端部 7 0 と、端部 8 0 と、連通孔 H 1 乃至 H 4 とを有している。

【 0 3 5 4 】

端部 7 0 は、4 つの開口部 1 0 a 1、1 0 b 1、1 0 c 1、1 0 d 1 を有している。これら開口部 1 0 a 1 乃至 1 0 d 1 は、X 方向に垂直な平面に沿って Y 方向に一列に配置されている。

30

【 0 3 5 5 】

端部 8 0 は、4 つの開口部 1 0 a 2、1 0 b 2、1 0 c 2、1 0 d 2 を有している。これら 4 つの開口部 1 0 a 2 乃至 1 0 d 2 は、X 方向に垂直な平面に沿って Y 方向に二列に配置されている。具体的には、前記二列のうち下層の二列目に開口部 1 0 a 2 と開口部 1 0 b 2 とが並び、上層の二列目に開口部 1 0 c 2 と開口部 1 0 d 2 とが並んでいる。言い換えると、端部 8 0 は、開口部 1 0 a 2 と開口部 1 0 b 2 とで構成された下層 8 0 a と、開口部 5 0 c 2 と開口部 5 0 d 2 とで構成された上層 8 0 b とを有している。

【 0 3 5 6 】

連通孔 H 1 は、繊維体 1 0 a の開口部 1 0 a 1 と開口部 1 0 a 2 とを連通する。連通孔 H 2 は、繊維体 1 0 b の開口部 1 0 b 1 と開口部 1 0 b 2 とを連通する。連通孔 H 3 は、繊維体 1 0 c の開口部 1 0 c 1 と開口部 1 0 c 2 とを連通する。連通孔 H 4 は、繊維体 1 0 d の開口部 1 0 d 1 と開口部 1 0 d 2 とを連通する。

40

【 0 3 5 7 】

連通孔 H 1 ~ H 4 は、端部 7 0 から湾曲部 6 0 の手前まで X 方向に直線状に延びて、湾曲部 6 0 で湾曲している。連通孔 H 1 及び H 2 は、湾曲部 6 0 で湾曲した後に、端部 8 0 の下層 8 0 a まで X 方向に直線状に延びている。一方、連通孔 H 3 及び H 4 は、湾曲部 6 0 で湾曲した後に、端部 8 0 の上層 8 0 b まで X 方向に直線状に延びている。

【 0 3 5 8 】

50

なお、変形例 2 における湾曲工程（捩じり工程）は、積層体乃至は集合体に含まれる発泡体の柱軸を、複数方向（図 3 6（a）においては、Y 方向および Z 方向の 2 方向）に対して湾曲させるという点が、前述した湾曲工程と相違している。

【 0 3 5 9 】

< 変形例 3 >

図 3 7 は、変形例 3 に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。図 3 7（a）に示すように、変形例 3 に係る繊維強化樹脂構造体は、変形例 2 と同様に、複数の積層体 5 0 を集合させて集合体 5 5 とし、その集合体 5 5 を湾曲させている。

【 0 3 6 0 】

変形例 3 に係る繊維強化樹脂構造体と、変形例 2 に係る繊維強化樹脂構造体と、を比較すると、主として、一方端の形態と、湾曲部の形態とが異なる点で相違する。そこで、変形例 3 に係る繊維強化樹脂構造体を説明するにあたり、上述した変形例 2 に係る繊維強化樹脂構造体と異なる点について説明を行い、共通する点については適宜説明を省略する。

【 0 3 6 1 】

変形例 3 に係る繊維強化樹脂構造体の製造方法では、配置工程に 3 つの工程が含まれる。具体的には、発泡体 3 0 の柱軸 A が X 方向に延びるように積層体 5 0 a 及び 5 0 b を互いに隣接させて一層の第 1 集合体とする工程と、発泡体 3 0 の柱軸 A が X 方向に延びるように積層体 5 0 c 及び 5 0 d を互いに隣接させて一層の第 2 集合体とする工程と、第 1 集合体の上に第 2 集合体を載せて二層の集合体 5 5 とする工程とが含まれる。

【 0 3 6 2 】

変形例 3 に係る繊維強化樹脂構造体の製造方法では、湾曲工程に 2 つの工程が含まれる。具体的には、集合体 5 5 の一方端と他方端との間に位置する所定部が湾曲部 6 0 となるように、発泡体 3 0 の柱軸方向（X 方向）を回転軸として、一方端に対し他方端を 1 8 0 度回転させて集合体 5 5 を捩じる工程と、湾曲部 6 0 に円筒状のガイド材 C を介在させる工程とが含まれる。

【 0 3 6 3 】

湾曲工程において、ガイド材 C を介在させる際には、積層体 5 0 a 及び 5 0 b で構成された第 1 集合体と、積層体 5 0 c 及び 5 0 d で構成された第 2 集合体とが湾曲部 6 0 で互いに離間するように、第 1 集合体と第 2 集合体との間にガイド材 C を介在させる。

【 0 3 6 4 】

湾曲工程後に、第 1 集合体と第 2 集合体との間にガイド材 C が介在している状態で、繊維体 1 0 に含浸された未硬化樹脂を硬化させる。その後、集合体 5 5 を冷却し、ガイド材 C を除去すると、図 3 7（a）に示す繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 5 を得る。図 3 7（a）に示す繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 5 から発泡体 3 0 を除去すると、図 3 7（b）に示す繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 5 を得る。

【 0 3 6 5 】

なお、変形例 3 の湾曲工程では、他方端を 1 8 0 度回転させて集合体 5 5 を捩じるように構成されているが、この回転角度を任意に設定することができる。例えば、一方端に対し他方端を 4 5 度回転させてもよいし、3 6 0 度回転させてもよい。

【 0 3 6 6 】

また、変形例 3 の製造方法では、第 1 集合体と第 2 集合体との間に円筒状のガイド材 C を介在させることにより、湾曲部 6 0 が、Z 方向に開放する開口部を有する構成になっているが、この構成に限られず、湾曲部 6 0 が開口部を有さない構成であってもよい。つまり、変形例 3 の製造方法において、第 1 集合体と第 2 集合体との間に円筒状のガイド材 C を介在させないようにする。かかる後に、一方端に対し他方端を所定角度（例えば 1 度乃至 3 6 0 度、あるいは 3 6 0 度以上）回転させて集合体 5 5 を捩じるようにする。

【 0 3 6 7 】

変形例 3 に係る繊維強化樹脂構造体は、端部 7 0 と、端部 8 0 と、連通孔 H 1 ~ H 4 とを有している。

【 0 3 6 8 】

10

20

30

40

50

端部 70 は、4つの開口部 10 a 1、10 b 1、10 c 1、10 d 1を有している。これら開口部 10 a 1乃至 10 d 1は、X方向に垂直な平面に沿ってY方向に二列に配置されている。具体的には、前記二列のうち下層の二列目に開口部 10 c 1と開口部 10 d 1とが並び、上層の二列目に開口部 10 a 1と開口部 10 b 1とが並んでいる。言い換えると、端部 70 は、開口部 10 c 1と開口部 10 d 1とで構成された下層 70 aと、開口部 10 a 1と開口部 10 b 1とで構成された上層 70 bを有している。

【0369】

端部 80 は、4つの開口部 10 a 2、10 b 2、10 c 2、10 d 2を有している。これら4つの開口部 10 a 2乃至 10 d 2は、X方向に垂直な平面に沿ってY方向に二列に配置されている。具体的には、前記二列のうち下層の二列目に開口部 10 b 2と開口部 10 a 2とが並び、上層の二列目に開口部 10 c 2と開口部 10 d 2とが並んでいる。言い換えると、端部 80 は、開口部 10 b 2と開口部 10 a 2とで構成された下層 80 aと、開口部 10 c 2と開口部 10 d 2とで構成された上層 80 bを有している。

10

【0370】

連通孔 H 1 は、繊維体 10 a の開口部 10 a 1と開口部 10 a 2とを連通する。連通孔 H 2 は、繊維体 10 b の開口部 10 b 1と開口部 10 b 2とを連通する。連通孔 H 3 は、繊維体 10 c の開口部 10 c 1と開口部 10 c 2とを連通する。連通孔 H 4 は、繊維体 10 d の開口部 10 d 1と開口部 10 d 2とを連通する。

【0371】

連通孔 H 1 及び H 2 は、端部 70 の上層 70 b から湾曲部 60 の手前まで X 方向に直線状に延びて湾曲部 60 で湾曲した後に、端部 80 の下層 80 a まで X 方向に直線状に延びている。一方、連通孔 H 3 及び H 4 は、端部 70 の下層 70 a から湾曲部 60 の手前まで X 方向に直線状に延びて湾曲部 60 で湾曲した後に、端部 80 の上層 80 b まで X 方向に直線状に延びている。

20

【0372】

<変形例 4>

図 38 - 1 は、変形例 4 に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。図 38 (c) に示す変形例 4 に係る繊維強化樹脂構造体 100 - 5 は、図 19 にて説明した方法によって製造されるが、ここでは、図 19 にて説明した方法と異なる点を主に説明することとする。

30

【0373】

まず、図 38 - 1 (a) に示すように、湾曲工程を実施して得られた湾曲構造を有する (L 字状に形成された) 複数の積層体 50 と、複数の円柱状の積層体 50 とを準備する。L 字状の積層体 50 においては、その L 字の一边部分を設置させる一方、L 字の他の一边部分を起立するようにした状態で、それぞれの L 字状の積層体 50 の起立した一边部分を互いに接触するように配置する。また、円柱状の積層体 50 の一端面を L 字状の積層体 50 の側面側に接合するように配置する。なお、図 38 - 1 (a) 及び (b) においては、それぞれの積層体 50 の形状が分かりやすくなるように互いに若干離れた状態を図示しているが、実際には、上述のように互いに接触した状態となっていることを付言しておく。

【0374】

L 字状の積層体 50 と円柱状の積層体 50 とが互いに接触した状態にて、図 38 - 1 (b) に示すように、変形工程を実施し、最後に硬化することで、L 字状の積層体 50 であった部分は互いに平行とならない複数の連通孔 (断面形状が L 字状の複数の連通孔) となり、円柱状の積層体 50 であった部分は、一直線所に延びる複数の有底穴となった繊維強化樹脂構造体 100 - 5 を製造することができる (図 38 - 1 (c) 参照) 。なお、図 38 - 1 (a) 、 (b) においては、簡単のため発泡体 30 を省略している。

40

【0375】

<変形例 4 - 1>

なお、この繊維強化樹脂構造体 100 - 5 としては、図 38 - 1 (c) に示すもののみならず、例えば、図 38 - 2 (e) に示す繊維強化樹脂構造体 100 - 5 であっても良い

50

(これを変形例 4 - 1 とする)。具体的には、図 38 - 1 (a) にて説明したように、それぞれの L 字状の積層体 50 の起立した一辺部分を互いに接触するように配置し、かつ、円柱状の積層体 50 の一端面を L 字状の積層体 50 の側面側に接合するように配置して上部分 (図 38 - 2 (d) の符号 50 U 参照) とする。また、この上部分 50 U の下に、一の複数の円筒状の積層体 (図 38 - 2 (d) の符号 50 D 1 参照) と、この一の円筒状の積層体 50 の側面にそれぞれ、他の複数の円筒状の積層体 (図 38 - 2 (d) の符号 50 D 2 参照) の一端面を接合するように配置した下部分 (図 38 - 2 (d) の符号 50 D 参照) を用意する。この上部分の下面に、下部分の上面を接触させた状態で、上述のように、変形工程を実施し、最後に硬化することで、図 38 - 2 に示すように、上部分 50 U と下部分 50 D とが一体化し、図 38 - 2 (e) に示す繊維強化樹脂構造体 100 - 5 を得る。なお、図 38 - 2 では、簡単のため、図 38 - 1 (a) で示す円柱状の積層体 50 等の図示は省略し、図 38 - 2 (e) に示す繊維強化樹脂構造体 100 - 5 と、これを分解した状態である図 38 - 2 (d) のみを図示している。

10

【 0 3 7 6 】

この変形例 4 - 1 では、下部分 50 D のうち、硬化前は一の複数の円筒状の積層体であった 50 D 1 の上面と、上部分 50 U のうち、硬化前に複数の円筒状の積層体であった 50 U 1 の下面とが互いに接触して硬化するので、これらの 50 D 1 および 50 U 1 との強度の向上を図ることができる。また、下部分 50 D のうち、硬化前は他の複数の円筒状の積層体であった 50 D 2 の上面と、上部分 50 U のうち、硬化前に L 字状の積層体であった 50 U 2 の下面とが互いに接触して硬化するので、これらの 50 D 2 および 50 U 2 との強度の向上を図ることができる。これらの結果、繊維強化樹脂構造体 100 - 5 全体の強度の向上を図ることができる。

20

【 0 3 7 7 】

< 変形例 5 及び 6 >

図 39 及び図 40 は、変形例 5 及び 6 に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。変形例 5 及び 6 に係る繊維強化樹脂構造体 100 - 6 は、図 17 にて説明した方法によって製造される。

【 0 3 7 8 】

変形例 1 乃至 4 に係る繊維強化樹脂構造体と、変形例 5 及び 6 に係る繊維強化樹脂構造体とを比較すると、変形例 1 乃至 4 に係る繊維強化樹脂構造体では、繊維体 10 の一部が湾曲しているのに対し、変形例 5 及び 6 に係る繊維強化樹脂構造体では、繊維体 10 の全体が湾曲している点で相違する。言い換えると、変形例 1 乃至 4 に係る繊維強化樹脂構造体は、非湾曲部を有しているが、変形例 5 及び 6 に係る繊維強化樹脂構造体は、非湾曲部を有していない。

30

【 0 3 7 9 】

図 39 に示すように、変形例 5 に係る繊維強化樹脂構造体 100 - 6 の製造方法では、湾曲工程において、発泡体 30 の柱軸 A が平面的に螺旋状に巻回するように積層体 50 を湾曲させる。

【 0 3 8 0 】

湾曲工程後に、繊維体 10 に含浸された未硬化樹脂を硬化させ、かかる後に積層体 50 を冷却する工程を経ると、図 39 (a) に示す繊維強化樹脂構造体 100 - 6 を得る。そして図 39 (a) に示す繊維強化樹脂構造体 100 - 6 から発泡体 30 を除去すると、図 39 (b) に示す繊維強化樹脂構造体 100 - 6 を得る。

40

【 0 3 8 1 】

図 39 (b) に示すように、変形例 5 に係る繊維強化樹脂構造体 100 - 6 は、繊維体 10 と、繊維体 10 に含浸された樹脂 20 と、を少なくとも含み、繊維体 10 は、筒軸 B が平面的に螺旋状となる筒状を有している。言い換えると、繊維強化樹脂構造体 100 - 6 は、図 39 (b) に示す仮想中心 M からの径が徐々に増大するように平面的に複数回折り曲げられて渦巻状に形成されている。

【 0 3 8 2 】

50

図40に示すように、変形例6に係る繊維強化樹脂構造体100-6の製造方法では、湾曲工程において、発泡体30の柱軸Aが渦巻パネ状に巻回するように積層体50を湾曲させる。

【0383】

湾曲工程において、円筒状のガイド材Cを準備し、ガイド材Cの外周面に積層体50を巻回させる。

【0384】

湾曲工程後に、ガイド材Cの外周面に積層体50を巻回させている状態で、繊維体10に含浸された未硬化樹脂を硬化させる。その後、積層体50を冷却し、ガイド材Cを除去すると、図40(a)に示す繊維強化樹脂構造体100-6を得る。図40(a)に示す繊維強化樹脂構造体100-6から発泡体30を除去すると、図40(b)に示す繊維強化樹脂構造体100-6を得る。

【0385】

以上のように、1つの積層体50を湾曲させ、あるいは、複数の積層体50で構成された集合体55を湾曲させることにより、様々な形状の繊維強化樹脂構造体を成形することができる。また、湾曲構造の積層体50や、円柱状の積層体50といったように、所定形状の積層体50と、前記所定形状と異なる形状の積層体50と、を組み合わせることで、様々な形状の繊維強化樹脂構造体を製造することが可能である。なお、図示及び説明は省略するが、互いに大きさの異なる積層体50を組み合わせることで、繊維強化樹脂構造体を製造してもよいし、積層体50の数や形状及び大きさを決めて、これらを適宜組み合わせることで、所望する繊維強化樹脂構造体を製造することが可能である。また、硬化前の積層体50や集合体55を所定の型枠に嵌め込んで外力を付加するとともに、繊維体10に含浸された未硬化樹脂を硬化させることにより、軽量かつ高強度な種々の部品等を得ることができる。例えば、図36(a)に示す集合体55から、ポートやカヌーなどの舟艇に用いるオールを得る(図示省略)。例えば、図37(a)に示す集合体55から、航空機や船を推進させるためのプロペラを得る(図示省略)。例えば、図39(a)に示す積層体50から、マンホールの蓋やパラボラアンテナの受信部、あるいは所定の液体や固体などを収容する容器の蓋を得ることができる(図示省略)。例えば、図40(a)に示す積層体50から、所定の液体や固体などを収容する容器を得る(図示省略)。なお、図38-1(c)及び図38-2(f)に示す繊維強化樹脂構造体100-5は、貫通孔にハーネス等を通すことでハーネスを保護する保護部材、或いは、貫通孔に棒状の物体を差し込むことで棒状の物体を起立させた状態で支持しつつ収納する容器(例えば、棒状の物体が傘である場合には、容器としては傘立てとなる等)をととして利用することができる。

【0386】

<変形例7>

図41及び図42は、変形例7に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。図42(a)に示すように、変形例7に係る繊維強化樹脂構造体100-7は、図32及び図33にて説明した方法によって製造される。すなわち、本変形例7では、図32(a)~図32(d)や図33(a)~図33(d)で説明した方法にて、図32(e)や図33(e)で示す集合体55を設ける。ここで、図32及び図33では、4つの積層体50を2つの外周体70で挟み込んだものを例示しているが、本変形例7では、例えば、9つの積層体50を2つの外周体70で挟み込んで矩形板状の集合体55としている。

【0387】

この集合体55に外力を付加して全体を圧縮させ、9つの積層体50のうち中央の積層体50(図41で見て、左から5番目の積層体50)を中心に集合体の両側端を互いに近づける方向に折り曲げるように外力を付加する(換言すれば、中央の積層体50を折り曲げるように外力を付加する)ことで、集合体55が断面形状でL字状になるよう変形させ、その後硬化させる。これによって、折り曲げ部60Wを有するとともに、断面形状がL字型の繊維強化樹脂構造体100-7を形成し、この繊維強化樹脂構造体100-7から発泡体30を除去する。

10

20

30

40

50

【 0 3 8 8 】

その後、繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 7 を、図 4 1 (a) で示す「 A 1、 A 1 」に沿って縦方向 (図 4 1 で見て上下方向) に切断することで、図 4 1 (b) で示す断面が L 字状の繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 7 A を得ることができる。また、繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 7 を、図 4 1 (a) で示す「 A 2、 A 2 」や「 A 3、 A 3 」に沿って縦方向に切断することで、図 4 1 (b) で示す断面が H 字状の繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 7 B を得ることができる。

【 0 3 8 9 】

繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 7 A は、連通孔 H が形成された角部 9 0 と、この角部 9 0 から外方に延びるとともに互いに対向する一对の壁部 9 2 と、角部 9 0 から一对の壁部 9 2 とは別の方向でかつ外方に延びるとともに互いに対向する一对の壁部 9 3 とを有する。本変形例では、一对の壁部 9 2 と 9 3 とは互いに垂直になるように延びている。なお、一对の壁部 B、 C がなす角度については、垂直に限定されず、適宜の角度を設定可能であることは言うまでもない。

10

【 0 3 9 0 】

この繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 7 A は、例えば、図 4 2 に示すように、一对の壁部 9 2、 9 3 のそれぞれの上にガラス板 9 5 の端部を差し込むことで、ガラス板 9 5 の小口 (側面) を保護するためのガラス枠 (「ガラス板コーナー」、 「エッジシール」、 「ガラスエッジプロジェクター」、 「コーナーブロック」、 「コーナーピース」等と称することもできる。) としての機能を果たすことができる。この場合、一对の壁部 9 2、 9 3 のそれぞれの上にガラス板 9 5 の端部を差し込んだ後に、ピンやネジ等の固定具 9 7 によって、ガラス枠にガラス板 9 5 を固定するようにすることができる。なお、繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 7 A に対するガラス板 9 5 の固定は、上述の固定具 9 7 による固定に代えて、接着等によって固定しても良く、その固定方法については特に限定しない。

20

【 0 3 9 1 】

このように、ガラス板 9 5 を一对の壁部 9 2、 9 3 に差し込むことで、これらの一对の壁部 9 2、 9 3 にガラス板 9 5 の小口が覆われることとなるため、これらの一对の壁部 9 2、 9 3 によってガラス板 9 5 の小口を保護することができる。また、これらの一对の壁部 9 2、 9 3 の間には、上述のように、連通孔 H が形成された角部 9 0 を有しているため、この角部 9 0 に外力が加わったとしても (この角部 9 0 に他の構造物が衝突したとしても)、連通孔 H によってその衝撃を緩和することができる。

30

【 0 3 9 2 】

ここで、繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 7 A については、ガラス板 9 5 の小口を保護するためのガラス枠として用いたが、これに代えて、例えば、図示しないパネル等の板状部材を、一对の壁部 9 2、 9 3 のそれぞれの上に差し込むようにして、ガラス板 9 5 以外の板状部材を保護するための枠部材として用いても良い。要は、繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 7 A の一对の壁部 9 2、 9 3 に対して差し込むことが可能であれば良く、一对の壁部 9 2、 9 3 に差し込む対象物については特に限定されない。

【 0 3 9 3 】

また、ガラス板 9 5 の場合には、繊維強化樹脂構造体 1 0 0 - 7 A は、ガラス板 9 5 の小口を保護するためのガラス枠としての機能を果たすが、特に保護する必要もない金属製等のパネルといった対象物である場合には、一の対象物と、他の対象物とが互いに直角になるように連結される連結部材としての機能をも果たすこととなる。この観点で言えば、ガラス板 9 5 の場合においても、図 4 2 に示すように、一のガラス板 9 5 (図 4 2 で見て一番左のガラス板 9 5) と、他のガラス板 9 5 (図 4 2 で見て中央のガラス板 9 5) とが、互いに垂直な角度をなすように連結されているともいえる。

40

【 0 3 9 4 】

ここで、一对の壁部 9 2、 9 3 の間隔については、これらの一对の壁部 9 2、 9 3 に差し込まれる対象物の厚みよりも若干大きくするようにすることが好ましく、この場合、これらの一对の壁部 9 2、 9 3 に対象物を容易に差し込むことができるとともに、差し込み

50

対象物を、一对の壁部 9 2、9 3 の間に差し込む際に、対象物と壁部 9 2、9 3 の内側面とが擦れることによる対象物損傷を防止することができる。

【0395】

一方、繊維強化樹脂構造体 100 - 7 B は、互いに対向するとともに一直線に延びる一对の壁部 9 2 と、これらの一对の壁部 9 2 とは反対方向に一直線に延びるとともに互いに対向する一对の壁部 9 3 と、これらの一对の壁部 9 2、9 3 を連結する連結板 9 4 とを有している。この繊維強化樹脂構造体 100 - 7 B も、上述の繊維強化樹脂構造体 100 - 7 B と同様に、一对の壁部 9 2、9 3 に、ガラス板 9 5 等の対象物が差し込まれて、この対象物の保護を図る保護部材や、対象物の連結を行う連結部材としての機能を果たすこととなる。また、繊維強化樹脂構造体 100 - 7 B に対する対象物の固定については、上述の固定具 9 7 (図 4 2 (b) 参照) によるものであっても、接着等によるものであっても良いことは言うまでもない。

10

【0396】

<変形例 8 >

図 4 3 は、変形例 8 に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。図 4 3 に示すように、変形例 B に係る繊維強化樹脂構造体 100 - 8 は、図 3 2 及び図 3 3 にて説明した方法によって製造される。すなわち、本変形例 A では、図 3 2 (a) ~ 図 3 2 (d) や図 3 3 (a) ~ 図 3 3 (d) で説明した方法にて、図 3 2 (e) や図 3 3 (e) で示す集合体 5 5 を設ける。ここで、図 3 2 及び図 3 3 では、同じ大きさの外周体 7 0 を用いたものを例示しているが、本変形例 8 では、一方の外周体 7 0 (図 3 2 (e)、3 3 (e) では左側の外周体 7 0) については、集合体 5 5 における一番端の積層体 5 0 の側面 (図 3 2 (e)、3 3 (e) では一番右側の積層体 5 0 の側面) と面一になる程度の長さのものを用い、他方の外周体 7 0 (図 3 2 (e)、3 3 (e) では右側の外周体 7 0) については、積層体 5 0 における一番端の積層体 5 0 の側面からさらに外方に突出する程度の長さのものを用いている。具体的には、図 3 2 (e)、3 3 (e) では、外周体 7 0 の端部が集合体 5 5 における一番端の積層体 5 0 の側面から外方にわずかに突出しているが、本変形例 8 における他方の外周体 7 0 では、これに代えて、集合体 5 5 における一番端の積層体 5 0 の側面から外方に、所定長さだけ突出するものを用いている。なお、この他方の外周体 7 0 の長さは、これに限定されず、適宜の長さを適宜設定可能であり、要は、後述する折り畳み回数等に応じた適切な長さを適宜適用可能である。

20

30

【0397】

この他方の外周体 7 0 の端部は、図 4 0 にも示すように、他方の外周体 7 0 の端からの所定長さ部分を折り畳むように外力を付加し、この折り畳み部分をさらに折り畳むように外力を付加することを繰り返すことで (他方の外周体 7 0 の端部を複数回折り畳む折り畳み工程を経ることによって)、他方の外周体 7 0 の端部が、複数層に折り重なった状態となる。この状態の集合体 5 5 を硬化させることにより、板状の繊維強化樹脂構造体 100 - 8 が形成されるが、この繊維強化樹脂構造体 100 - 8 の端部は、複数層に折り重なった状態の他方の外周体 7 0 の端部が硬化した突出部 7 0 G となる。その後、この繊維強化樹脂構造体 100 - 8 から発泡体 3 0 を除去する (図 4 3 (a) 参照)。

【0398】

本変形例 8 では、図 4 3 (a) に示すように、板状の繊維強化樹脂構造体 100 - 8 の突出部 7 0 G の厚みは、板状の繊維強化樹脂構造体 100 - 8 の中央部等の厚み W 1 の半分となっている。また、突出部 7 0 G には、ボルト B L を挿通するためのボルト孔 B L 1 が形成されている。このようにして形成された繊維強化樹脂構造体 100 - 8 は、例えば、パネル材 (例えば、フロアパネル、ウォールパネル、ルーフパネル、フレーム材、パーティション、ドアパネル、コンテナハウスの壁材等の建築材料、アーケード等) として用いることができる。

40

【0399】

すなわち、パネル材としての板状の繊維強化樹脂構造体 100 - 8 は、図 4 3 (a) に示すように、繊維強化樹脂構造体 100 - 8 のそれぞれの突出部 7 0 G を接合させた状態

50

で、それぞれの突出部 70G に形成されたボルト孔 BL1 にボルト BL を挿通してナット NT にて締結することで、図 43 (b) に示すように、それぞれの繊維強化樹脂構造体 100-8 が連結されるようになっている。換言すれば、この突出部 70G は、繊維強化樹脂構造体 100-8 を接合するための連結部となっているといえる。本変形例 8 では、突出部 70G の厚みを半分にしているため、それぞれの繊維強化樹脂構造体 100-8 の突出部 70G を接合させた場合、その厚みが繊維強化樹脂構造体 100-8 の厚みと一致し、互いに連結されたパネル材としての繊維強化樹脂構造体 100-8 の表面が面一となって見栄えが良いものとなる。

【0400】

なお、この突出部 70G の厚みは、上述の厚みに限定されず、例えば、厚み W1 の 1/3 等であっても良く、この厚みは、他方の外周体 70 の端部の折り畳み回数を調整することで、適宜設定可能であることは言うまでもない。また、本変形例 8 では、集合体 55 を硬化させた後に、ボルト孔 BL1 を形成したが、これに代えて、硬化前にボルト孔 BL1 を形成するようにしても良い。

【0401】

<変形例 9>

図 44 は、変形例 9 に係る繊維強化樹脂構造体を示す斜視図である。図 44 (a) に示すように、変形例 C に係る繊維強化樹脂構造体 100-9 は、翼型に形成されている。この繊維強化樹脂構造体 100-9 の断面形状は、図 44 (b) に示すとおりである。すなわち、繊維強化樹脂構造体 100-9 は、その一方側に位置する (図 44 で見て左側の端部) とともに、一方の端部側が鋭角に形成され、他方の端部が円弧状に形成された翼型の断面形状をなす貫通孔 H1 と、円形状の断面形状をなす複数の貫通孔 H2 と、繊維強化樹脂構造体 100-9 の一番他方側に位置する略半円状の断面形状をなす貫通孔 H3 とを有している。また、複数の貫通孔 H2 は、一方の端部から他方の端部に向かうにつれて次第に、その径が大きい貫通孔となっており、その途中から他方の端部に向かうにつれて次第に、その径が小さい貫通孔となっており、これらの貫通孔 H1、H2、H3 によって、繊維強化樹脂構造体 100-9 が翼型をなすようになっている。

【0402】

この繊維強化樹脂構造体 100-9 は、概して、それぞれの貫通孔 H1、H2、H3 の形状をなす積層体 50 を図 44 (b) に示すように並べた後、これらの周囲に外周体 70 を巻回して集合体 55 (図示せず) とする。の集合体 55 の全体を圧縮させて硬化させた後、発泡体 30 を除去することで形成される。本変形例 9 では、断面形状が円形状の貫通孔 H2 の形状を維持するため、硬化する際において形状が変形しない程度の硬度を有する発泡体を用いている。このようにすることで、所望の形状の貫通孔を形成することができる。なお、本変形例 9 で説明した「硬化する際において形状が変形しない程度の硬度を有する発泡体を用いる」という点については、本変形例 9 のみに適用されるものではなく、上述の各実施形態のいずれにも適用可能であることは言うまでもない。

【0403】

この本変形例 9 の繊維強化樹脂構造体 100-9 は、例えば、車のリアウィング等に用いることができる。なお、繊維強化樹脂構造体 100-9 の形状は、図 44 に示すものに限られず、種々の形状に形成することが可能である。すなわち、様々な形状の積層体 50 を適宜組み合わせることによって、所望の形状の繊維強化樹脂構造体 100-9 を形成することができる。具体的には、図 E に示す各種形状の貫通孔を形成することが可能であり、これについては、次に、変形例 10-1 乃至 3 として説明する。

【0404】

<変形例 10-1>

図 45 (a) に示すように、樹脂製や金属製からなる円柱状の芯材の周囲に、円柱状の積層体 50 を旋回するように配置し、これらの積層体 50 の外周に外周体 70 を巻回して集合体 55 とする。この集合体 55 の全体を圧縮させると、図 45 (b) に示すように、積層体 50 の断面形状が互いに隣り合う積層体 50 同士の隙間や外周体 70 との隙間を埋

10

20

30

40

50

めるように変形しつつ、隣り合う積層体 50 や外周体 70 が接合する。この状態の集合体 55 を硬化させると、図 45 (c) に示すように、芯材 SZ を有する繊維強化樹脂構造体 100 - 10 が形成される。

【0405】

<変形例 10 - 2>

図 45 (d) に示すように、複数 (図においては 3 つ) の積層体 50 を互いに接するよう束状にまとめた後、外周体 70 の内周面と束となった積層体 50 の外周面とが接するよう、外周体 70 を束となった積層体 50 の周囲に巻回して集合体 55 とする。この集合体 55 の全体を引き絞るように圧縮させると、図 45 (e) に示すように、それぞれの積層体 50 の断面形状が、互いに隣り合う積層体 50 同士の間隙や外周体 70 との間隙を埋めるように変形しつつ、隣り合う積層体 50 や外周体 70 が接合する。この状態の集合体 55 を硬化させた後、発泡体 30 を除去すると、図 45 (f) に示すように、その内側に複数の貫通孔 H が形成された円筒状の繊維強化樹脂構造体 100 - 11 が形成される。換言すれば、この繊維強化樹脂構造体 100 - 11 は、その内側に円筒の内側を 3 つに区画する区隔壁 (リブ) KH を有する円筒状の部材として形成される。このように、区隔壁 KH を有することで、繊維強化樹脂構造体 100 - 11 の強度の向上を図ることができる。

【0406】

<変形例 10 - 3>

図 45 (g) に示すように、図で見て中央の積層体 50 A とこの積層体 50 A の上下に、この積層体 50 よりも径の小さい積層体 50 B を互いに接するよう配置し、一番上の積層体 50 B と中央の積層体 50 A との接合部分の両側、及び一番下の積層体 50 B と中央の積層体 50 A との接合部分の両側にそれぞれ、これらの積層体 50 A、B よりもさらに径の小さい積層体 50 C を、積層体 50 A、B に接するよう配置する。その後、これらの周囲に外周体 70 を巻回して集合体 55 とし、この集合体 55 の全体を圧縮させると、図 45 (h) に示すように、それぞれの積層体 50 A 乃至 C の断面形状が、互いに隣り合う積層体 50 A 乃至 C の隙間や外周体 70 との隙間を埋めるように変形しつつ、隣り合う積層体 50 A 乃至 C や外周体 70 が接合する。この状態の集合体 55 を硬化させた後、発泡体 30 を除去すると、図 45 (i) に示すように、その内側に大きさの異なる複数の貫通孔 H が形成された断面形状が楕円形状の筒状の繊維強化樹脂構造体 100 - 12 が形成される。換言すれば、この繊維強化樹脂構造体 100 - 12 は、その内側を複数に区画する区隔壁 KH を有する円筒状の部材として形成され、この区隔壁 KH を有することで上述のように強度の向上を図ることができることとなる。このように、互いに径の異なる積層体 50 を用いることで、互いに断面積の大きさの異なる複数の貫通孔 KH を形成することができ、貫通孔 KH の断面積の大きさや形状は、積層体 50 の大きさや形状を調整することで適宜設定可能である。なお、図 45 に示す繊維強化樹脂構造体 100 - 11 においては、積層体 50 (発泡体 30) の形状保持性を高めるために、積層体 50 (単数であっても複数であっても良い) を型枠に嵌め込んだり、積層体 50 の周囲にシュリンクテープを配する等した状態にて、硬化工程を実施してもよいことは言うまでもない。これについては、図 36 ~ 図 38 に示す繊維強化樹脂構造体 100 - 5、図 44 に示す繊維強化樹脂構造体 100 - 9 等も同様であり、上記いずれの実施形態にも必要に応じて適用可能であることは言うまでもない。

【0407】

以上説明された各工程を適宜組み合わせ実施することで、複雑形状を有する種々の繊維強化樹脂構造体を製造することが可能となる。

【0408】

<繊維強化樹脂構造体の用途>

以上、様々な繊維強化樹脂構造体を説明したが、以上に述べた繊維強化樹脂構造体については、様々なものに適用することが可能である。次に、本明細書にて説明した繊維強化樹脂構造体の用途を順次列挙する。なお、以下に列挙する繊維強化樹脂構造体の用途は、あくまでも一例であり、以下に列挙したもの以外にも、繊維強化樹脂構造体を適宜使用で

10

20

30

40

50

きることは言うまでもない。

【0409】

<パイプ材>

例えば、図14乃至16に示す円柱状、四角柱状、六角柱状といった繊維強化樹脂構造体100-1については、パイプ材として用いることができる。このパイプ材としての繊維強化樹脂構造体については、上述の断面形状の繊維強化樹脂構造体100-1に限定されず、例えば、断面形状が三角形状、台形状であってもよいし、図23、図26乃至28、図45に示したように、互いに形状や大きさの異なる複数の断面形状の貫通孔を有するとともに、これらの貫通孔を区画する区隔壁を有するものであってもよい。また、図17、18、34に示す湾曲した繊維強化樹脂構造体や、図19、図39、図40に示す折れ曲がった形状の繊維強化樹脂構造体としてもよく、用途や仕様に応じて、上述した実施形態やそれ以外の適宜形状の繊維強化樹脂構造体を用いることができる。なお、この種のパイプ材としての繊維強化樹脂構造体については、鈎部や取っ手となる部分を設けたものであってもよい。

10

【0410】

<パネル材>

例えば、図20乃至22、29、30、32、33、図43等の繊維強化樹脂構造体としては、パネル材として用いることができ、いずれかの繊維強化樹脂構造体を一直線状、或いは、折れ曲がり形状、円形状等になるように連結することも可能である。この場合、例えば、図42に示す繊維強化樹脂構造体を用いて、板状に形成された繊維強化樹脂構造体を連結するようにしてもよいし、また、図43に示すように、いずれかの繊維強化樹脂構造体に、図43に示す突出部（連結部）70Gを設けることで、繊維強化樹脂構造体を連結するようにしてもよい。

20

【0411】

<自転車関連>

上述の実施形態の繊維強化樹脂構造体は、例えば、自転車のハンドル、フレーム等に用いることができる。

【0412】

<オートバイ関連>

上述の実施形態の繊維強化樹脂構造体は、例えば、オートバイのハンドル、フレーム、スイングアーム、カウリング、ウィング、マニホールド、ホイール、気体や液体が通過する各種パイプ等に用いることができる。

30

【0413】

<自動車関連>

上述の実施形態の繊維強化樹脂構造体は、例えば、自動車のレインフォースメント（ピラー、サイドシル、シート構造体等）、ウィング、ボンネット、フロアパネル（バルクヘッド等）、ルーフパネル（外板パネル、ドアビーム等）、バケットシート、タワーバー、インタークマニホールド、アンダーパネル、ホイール、気体や液体が通過する各種パイプ等に用いることができる。

40

【0414】

<バス関連>

上述の実施形態の繊維強化樹脂構造体は、例えば、バスのレインフォースメント（ピラー、サイドシル、シート構造体等）、ウィング、ボンネット、フロアパネル（バルクヘッド等）、ルーフパネル（外板パネル、ドアビーム等）、バケットシート、タワーバー、インタークマニホールド、アンダーパネル、ホイール、気体や液体が通過する各種パイプ、荷物棚、手摺（手摺としての各種パイプ）等に用いることができる。

【0415】

<トラック関連>

上述の実施形態の繊維強化樹脂構造体は、例えば、トラックのレインフォースメント（ピラー、サイドシル、シート構造体等）、ウィング、ボンネット、フロアパネル（バルク

50

ヘッド等)、ルーフパネル(外板パネル、ドアビーム等)、パケットシート、タワーバー、インタークマニホールド、アンダーパネル、ホイール、気体や液体が通過する各種パイプ、空力パネル、荷台パネル、メンテナンスパネル(シート構造体、ピラー、ラダーフレーム等)、荷物コンテナ、保冷車コンテナ、キャンピングカーシェル、牽引トレーラーのインタークマニホールド、高所作業用かご、サイドガード(ホイール)等に用いることができる。

【0416】

<コンテナ関連>

上述の実施形態の繊維強化樹脂構造体は、例えば、荷物コンテナ、コンテナハウス、ドームハウス等における外板パネル、フロアパネル、フレーム等に用いることができる。

10

【0417】

<列車関連>

上述の実施形態の繊維強化樹脂構造体は、例えば、列車の車体のドアパネル、内装パーティング(シート構造体)、荷物棚、手摺(手摺としての各種パイプ)、ホームドア等に用いることができる。

【0418】

<航空関連>

上述の実施形態の繊維強化樹脂構造体は、例えば、航空機のシート構造体、インタークマニホールド、プロペラ、ブレード、ウィング、ヘリコプターのローター、タービン部品、パーティング、ドアパネル、バルクヘッド、気体や液体が通過する各種パイプ等に用いることができる。

20

【0419】

<宇宙関連>

上述の実施形態の繊維強化樹脂構造体は、例えば、宇宙飛行船(ロケット等)のシート構造体、インタークマニホールド、ウィング、ブレード、タービン部品、バルクヘッド、気体や液体が通過する各種パイプ等に用いることができる。

【0420】

<船舶関連>

上述の実施形態の繊維強化樹脂構造体は、例えば、船舶のシート構造体、船体(ハル)、デッキ(フロアパネル)、ラダー、キール、マスト、ブーム、プロペラ、ブレード、バルクヘッド、オール、パドル、インタークマニホールド、気体や液体が通過する各種パイプ等に用いることができる。

30

【0421】

<建築関連>

上述の実施形態の繊維強化樹脂構造体は、例えば、建築物のフロアパネル、ウォールパネル、ルーフパネル、フレーム材、パーテーション、コンテナハウス、ドアパネル、アーケード等に用いることができる。

【0422】

<土木・インフラ・その他関連>

上述の実施形態の繊維強化樹脂構造体は、例えば、水道管等の配管、ゲートバー、フェンス、安全柵、水槽、蓋、パラボラアンテナ、ブレード、支柱、エレベーターカゴ、ケース、ホームドア、絶縁作業台、絶縁ハシゴ、タンク、シェルター、グレーチング(ハニカム状等適宜の形状が適用可能)、遊具、人工漁礁、増殖礁海中フェンス、門扉、ベンチ、楽器の各種パーツ等に用いることができる。

40

【0423】

<産業機器関連>

上述の実施形態の繊維強化樹脂構造体は、例えば、産業ロボットの各種部品、ローラー、作業テーブル、タービン部品等に用いることができる。

【0424】

<医療機器関連>

50

上述の実施形態の繊維強化樹脂構造体は、例えば、医療機器ヘッド、X線透視担架、X線透視手術台テーブル、車いす部品、松葉杖、医療ロボット部品、感染症隔離シェルター、気体や液体が通過する各種パイプ等に用いることができる。

【0425】

<スポーツ関連>

野球のバット、テニスなどのラケット（フレーム等）、卓球のラケット、アイスホッケーのスティック、パック、ゴルフのドライバー、アイアン等のシャフト部分、釣り竿（ロッド）等に用いることができる。

【符号の説明】

【0426】

100 - 1 ~ 100 - 12 繊維強化樹脂構造体

10 繊維体

15 補強部材

20 樹脂（硬化樹脂）

25 樹脂（未硬化樹脂）

30 発泡体

50 積層体

55 集合体

60 湾曲部

70 外周体

A 柱軸

B 筒軸

C 孔軸

H 連通孔

10

20

30

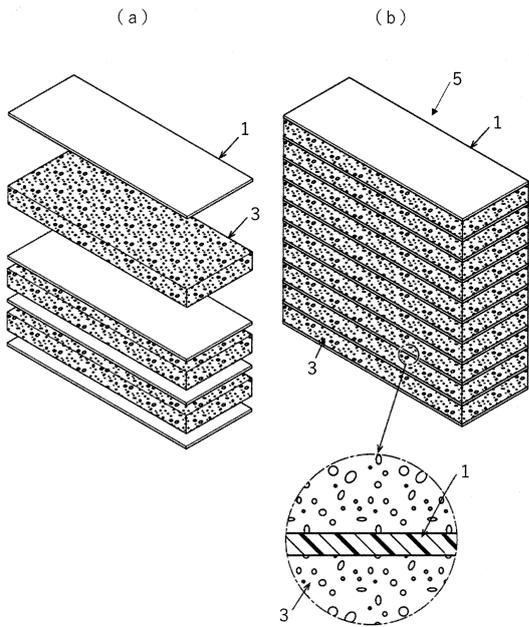
40

50

【図面】

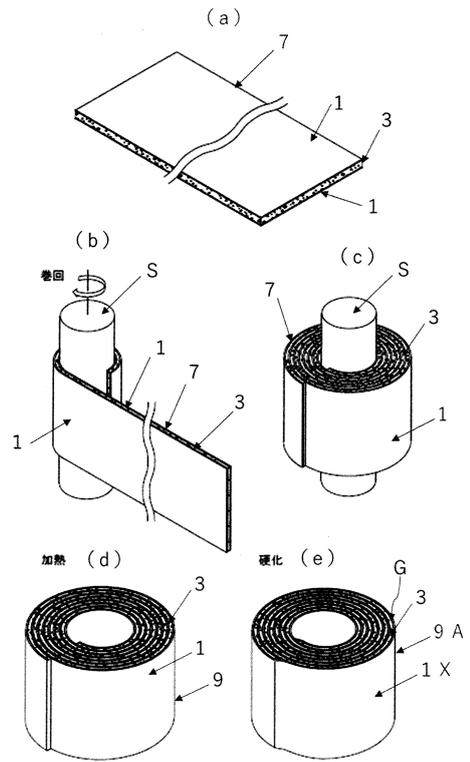
【図 1】

【図 1】



【図 2】

【図 2】

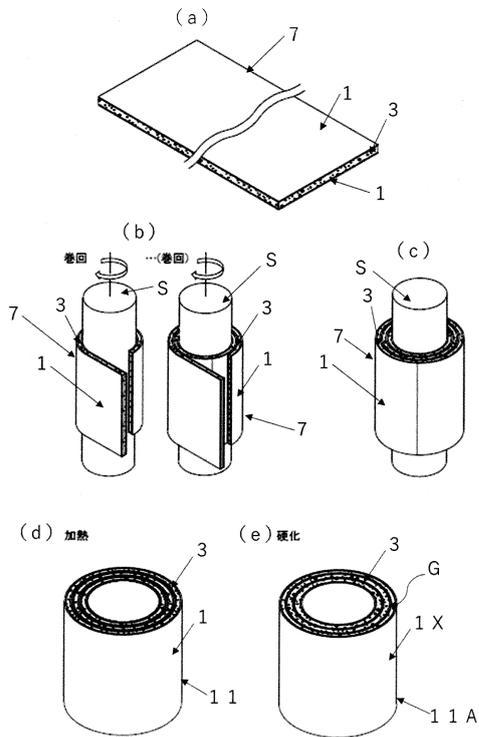


10

20

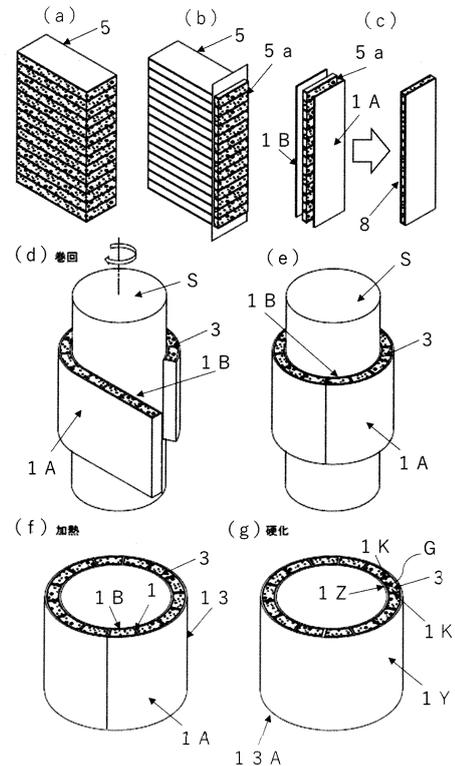
【図 3】

【図 3】



【図 4】

【図 4】



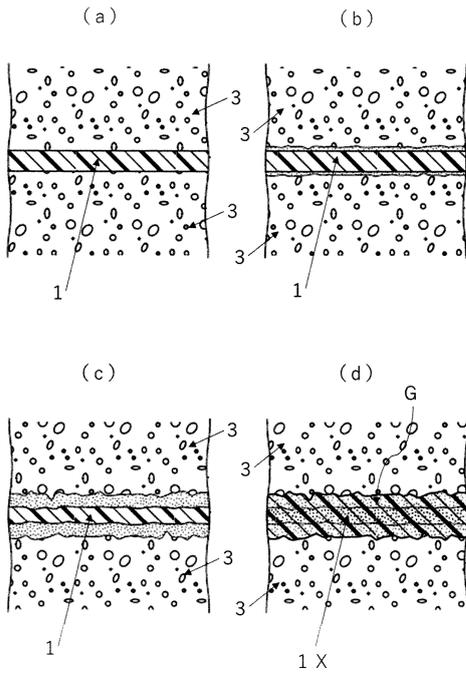
30

40

50

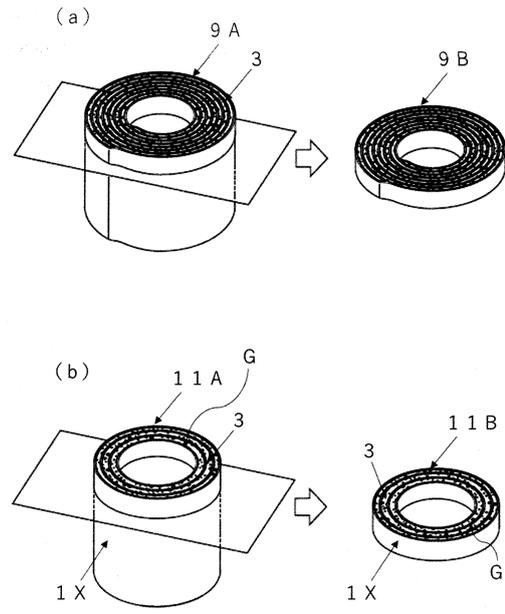
【図5】

【図5】



【図6】

【図6】

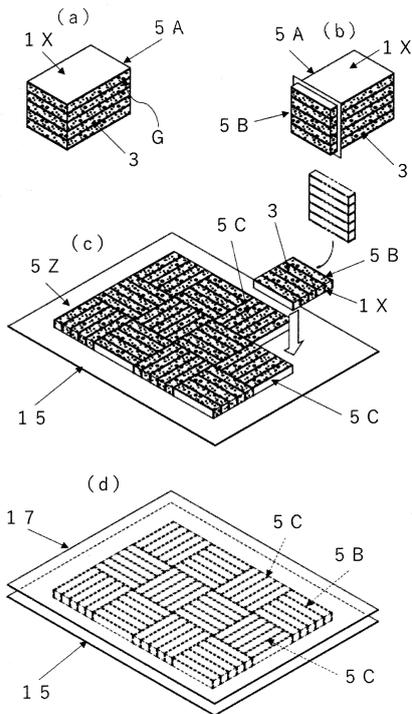


10

20

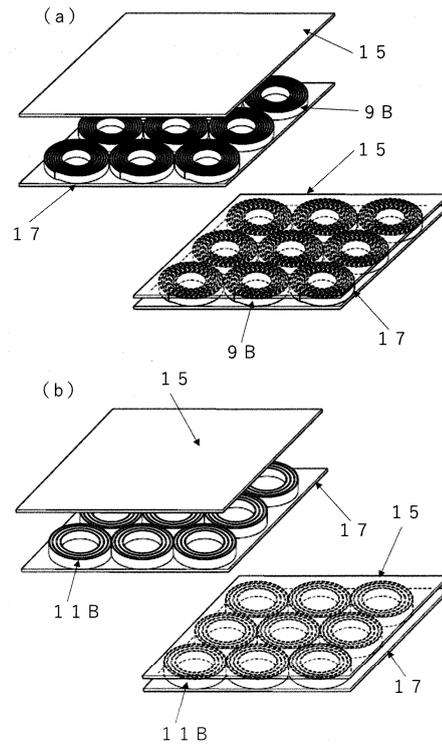
【図7】

【図7】



【図8】

【図8】



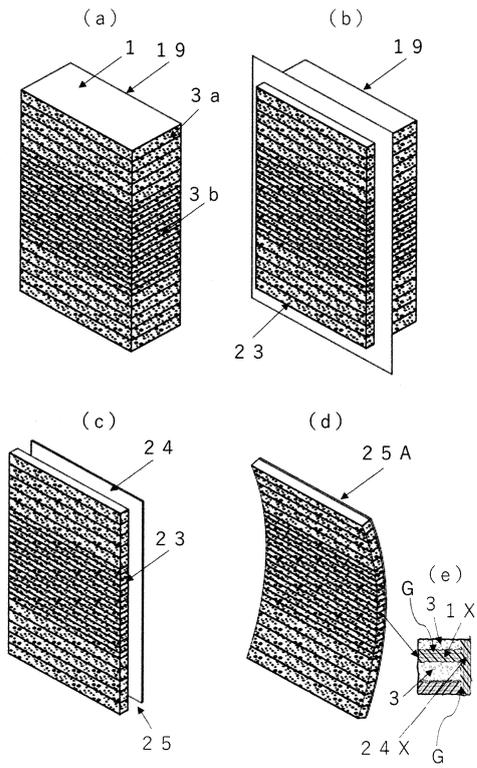
30

40

50

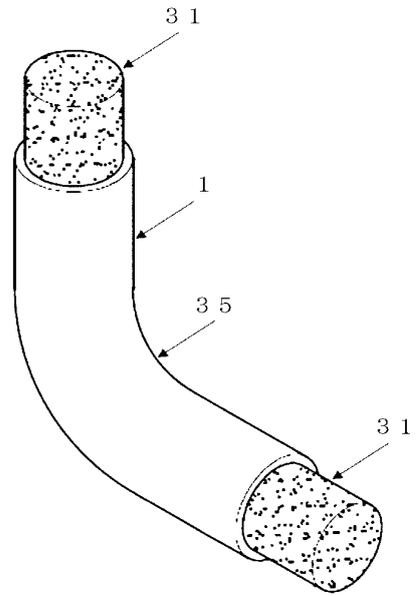
【図9】

【図9】



【図10】

【図10】

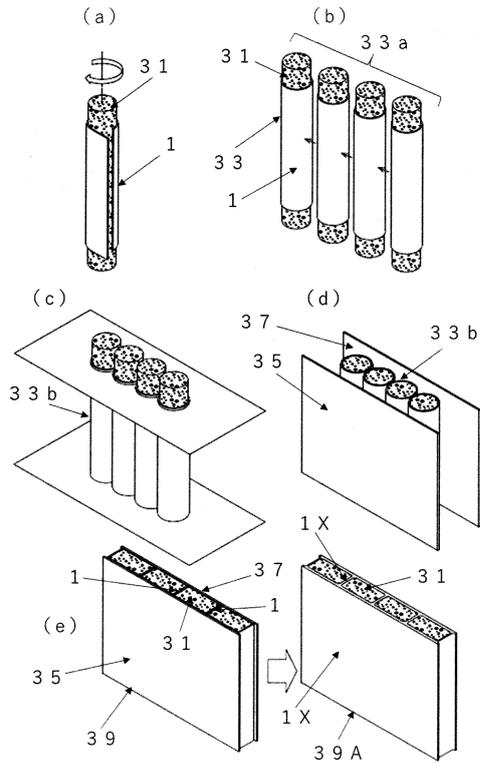


10

20

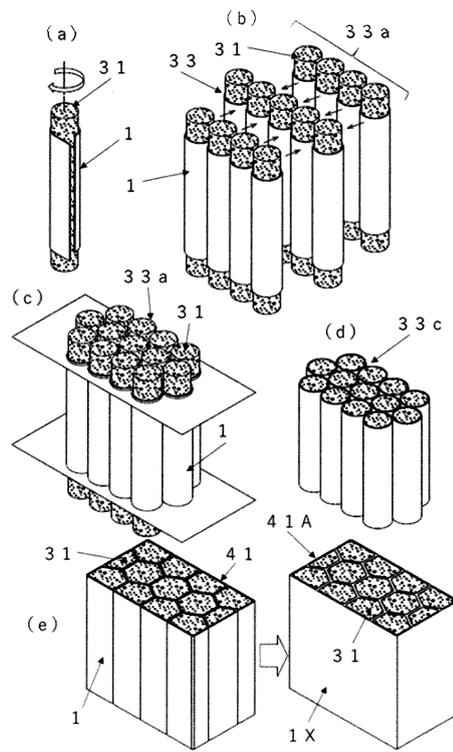
【図11】

【図11】



【図12】

【図12】

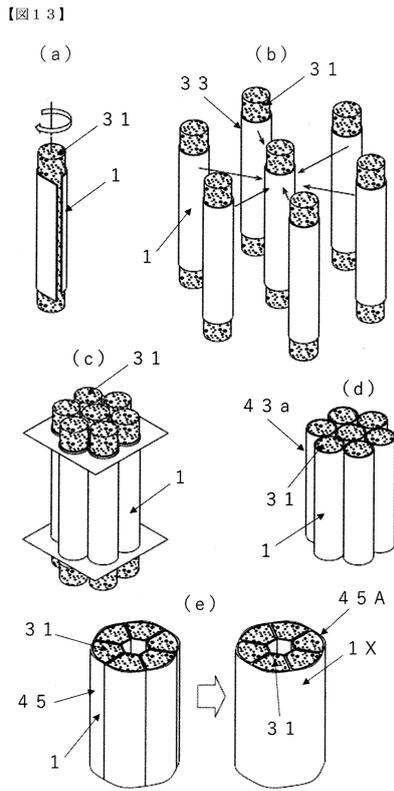


30

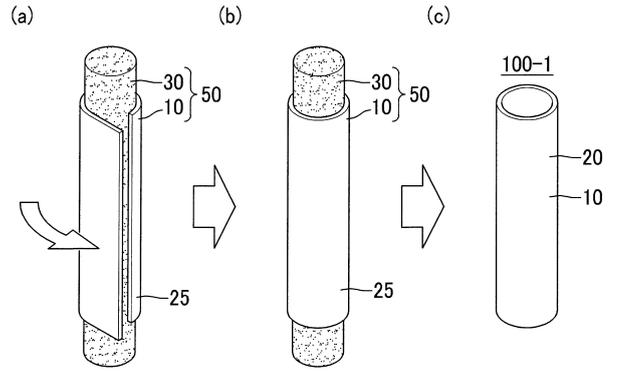
40

50

【 図 1 3 】



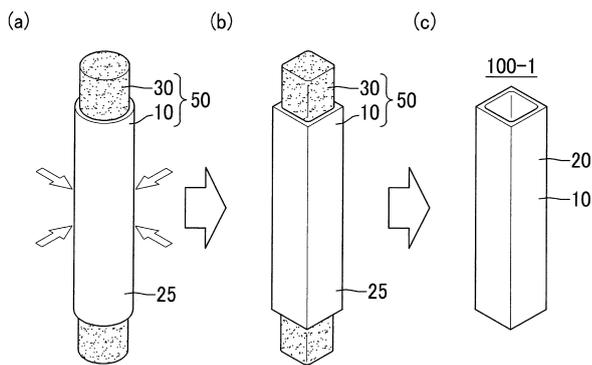
【 図 1 4 】



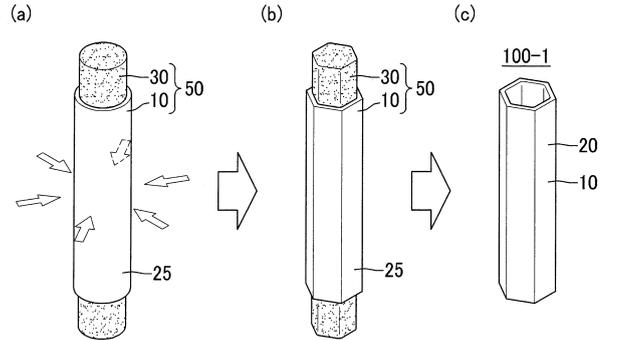
10

20

【 図 1 5 】



【 図 1 6 】

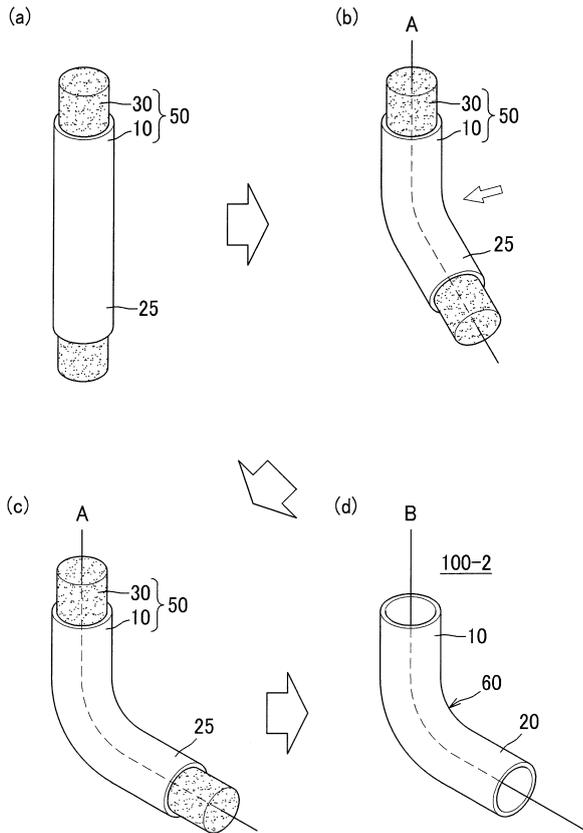


30

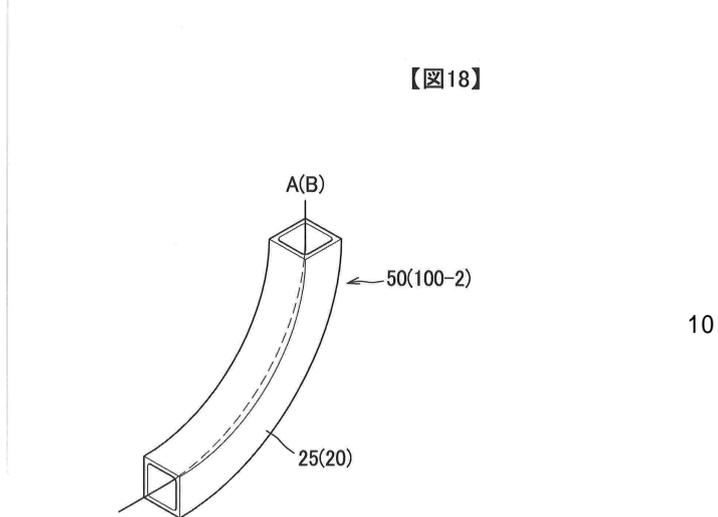
40

50

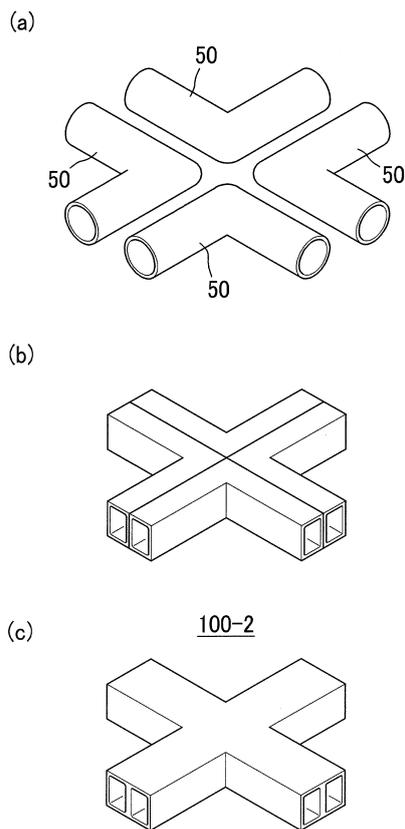
【 図 1 7 】



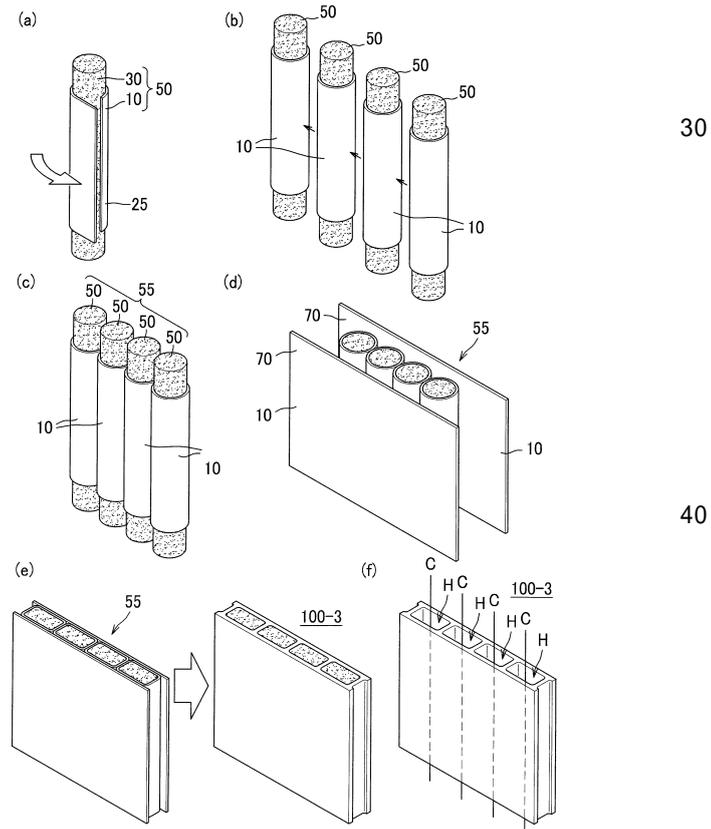
【 図 1 8 】



【 図 1 9 】



【 図 2 0 】



10

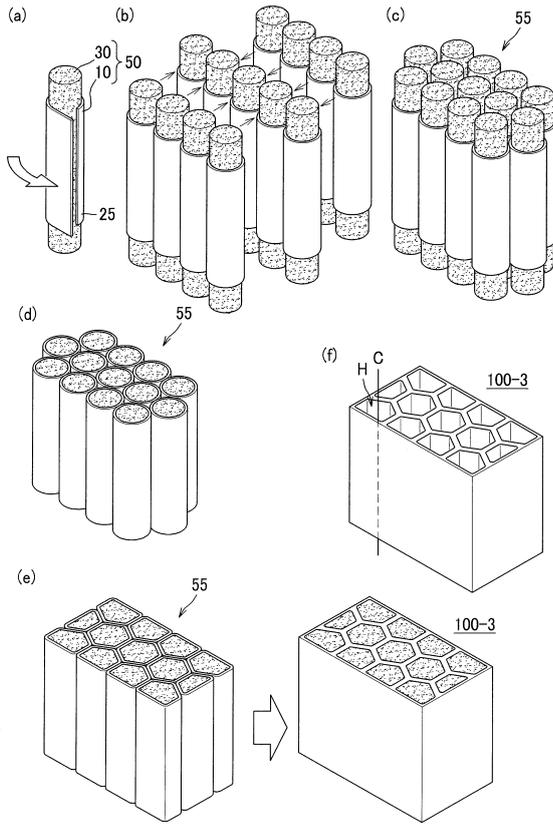
20

30

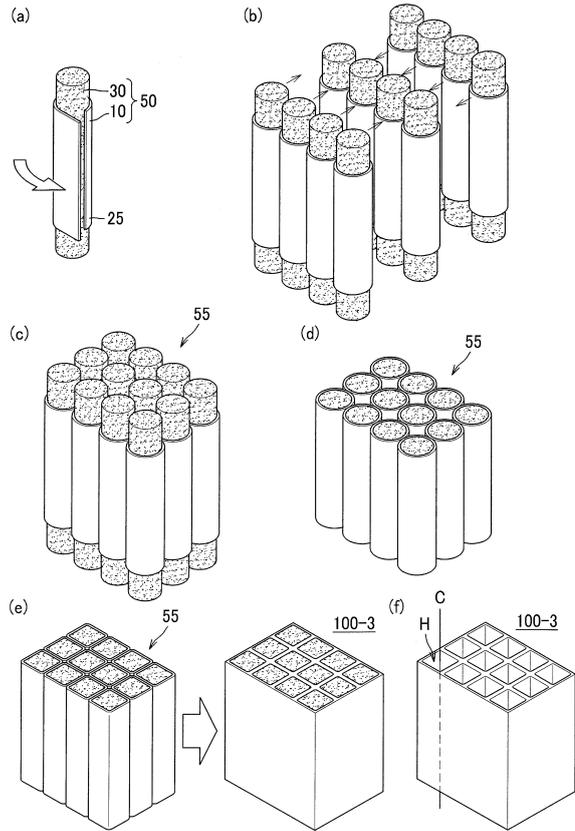
40

50

【 2 1 】



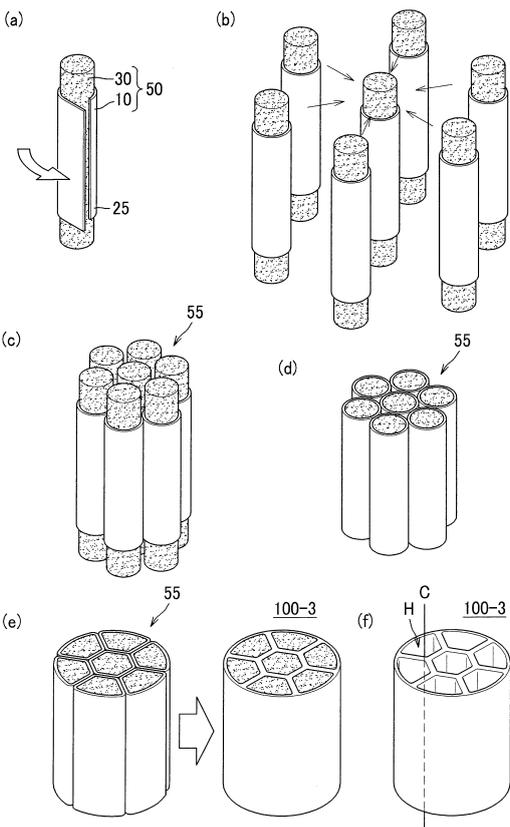
【 2 2 】



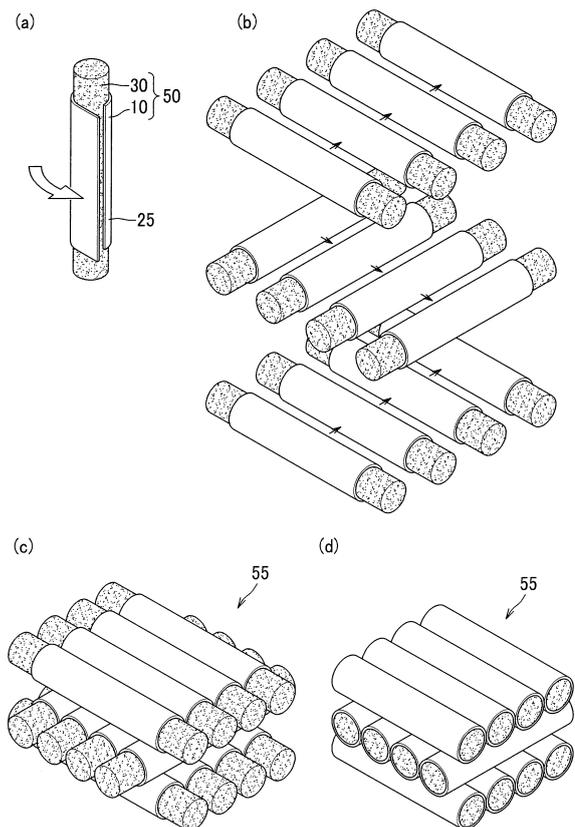
10

20

【 2 3 】



【 2 4 - 1 】

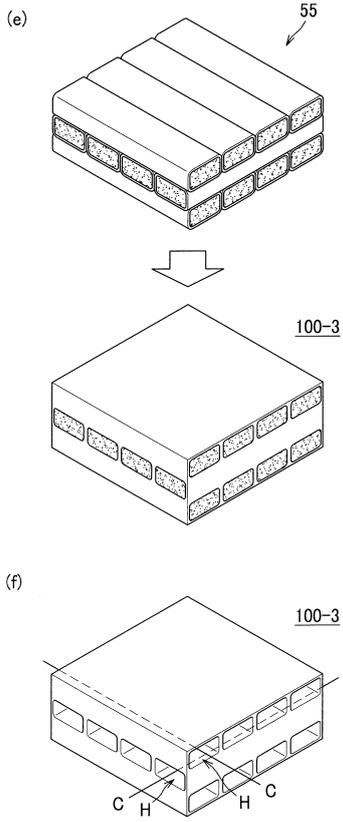


30

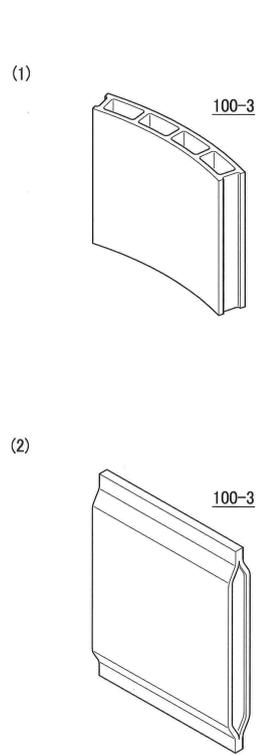
40

50

【 図 2 4 - 2 】



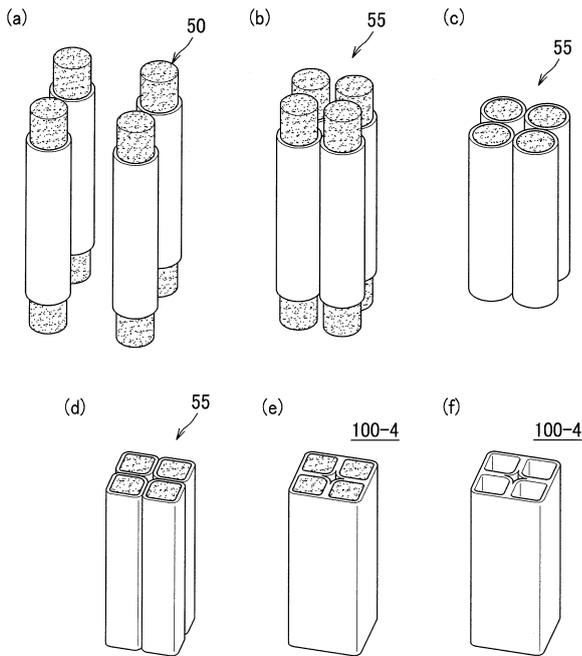
【 図 2 5 】



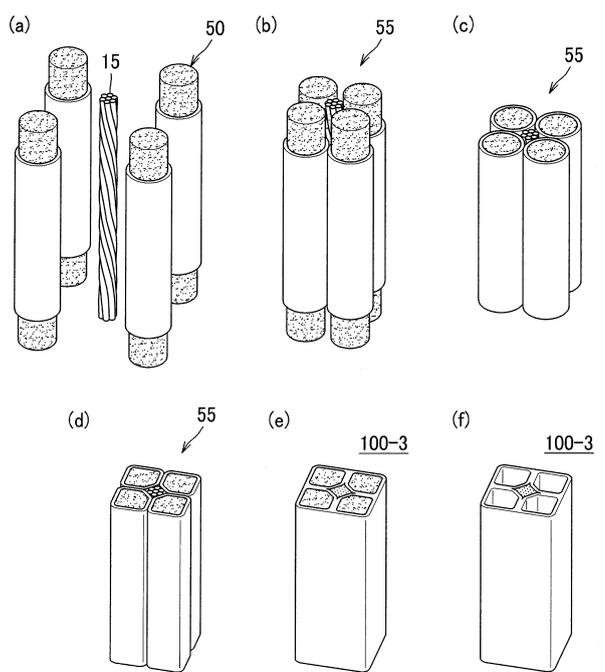
10

20

【 図 2 6 】



【 図 2 7 】

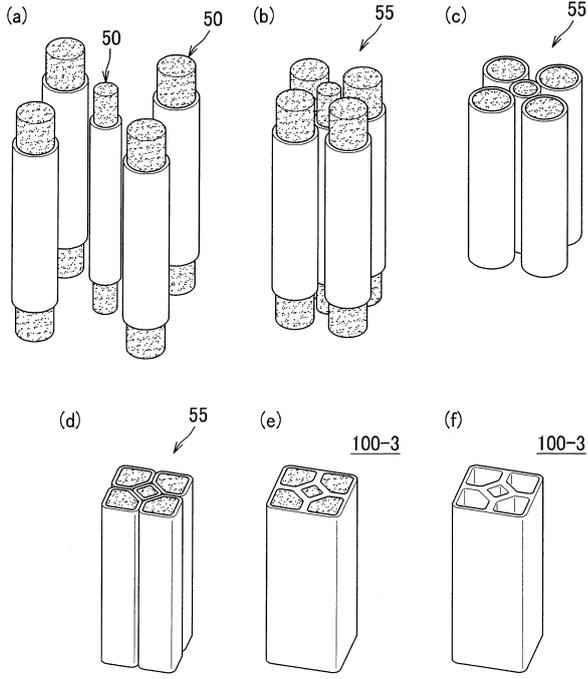


30

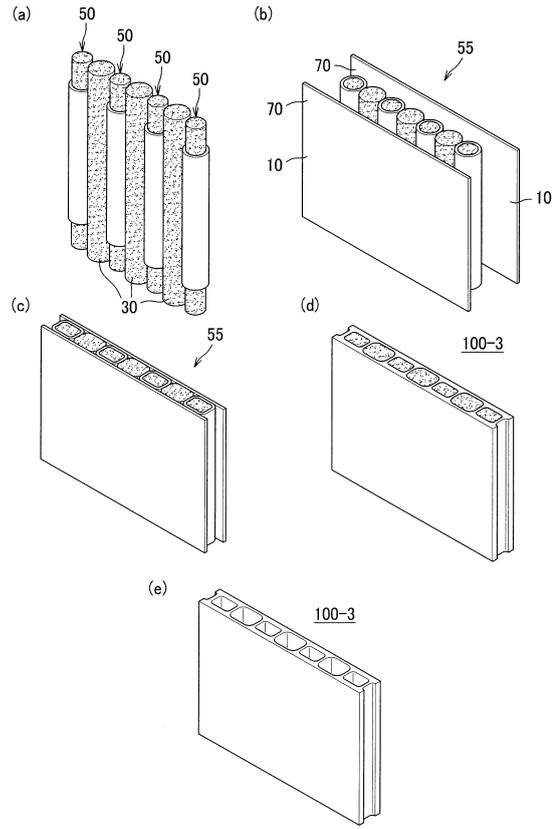
40

50

【 28 】



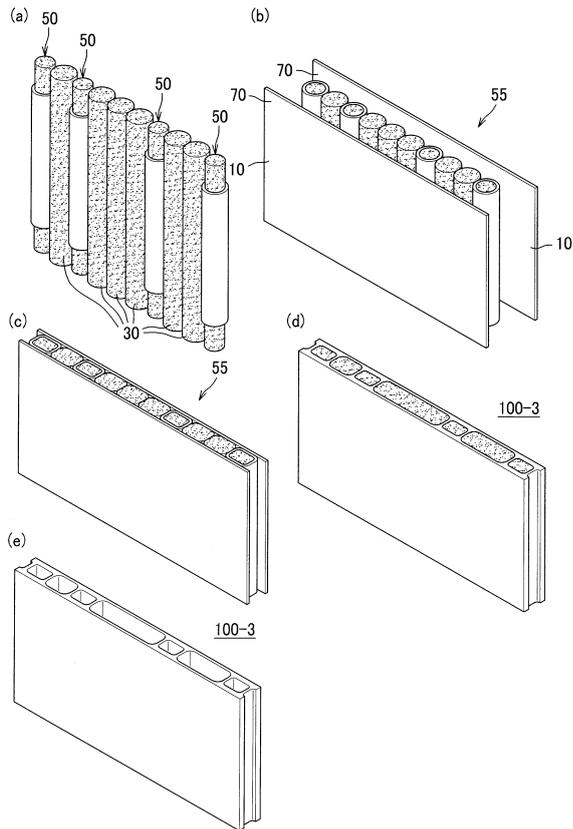
【 29 】



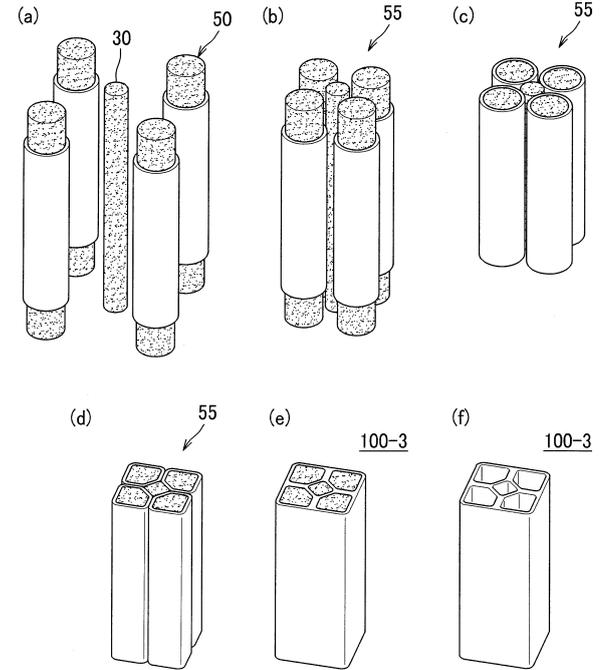
10

20

【 30 】



【 31 】

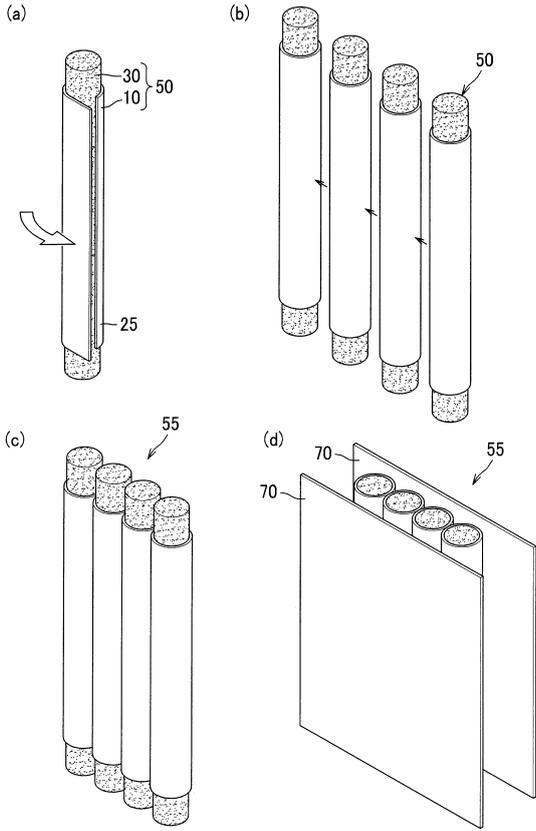


30

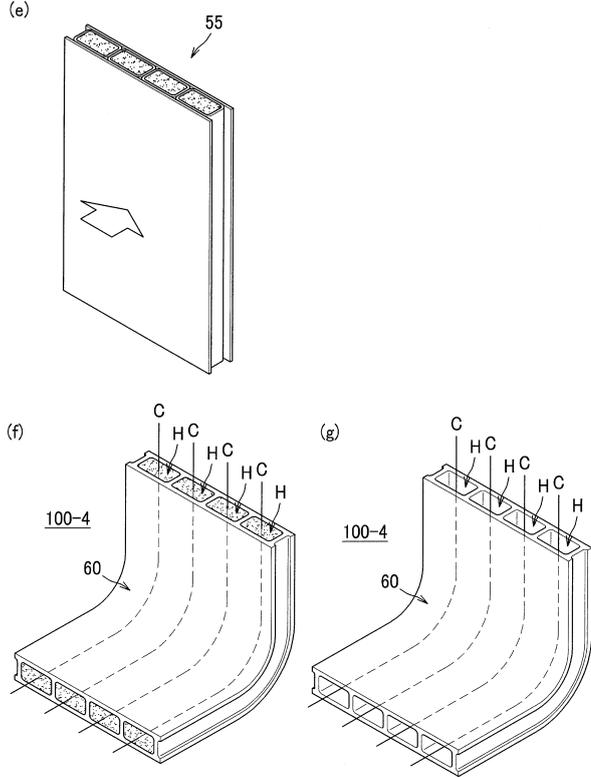
40

50

【図32-1】



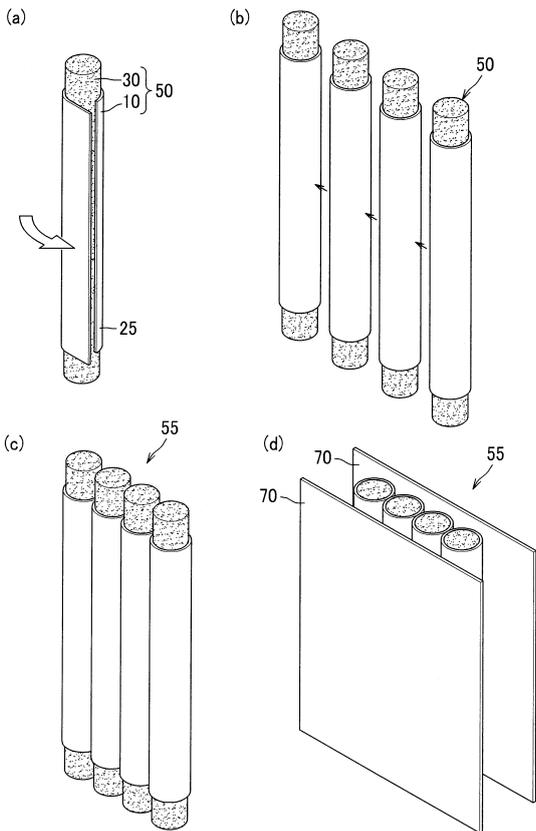
【図32-2】



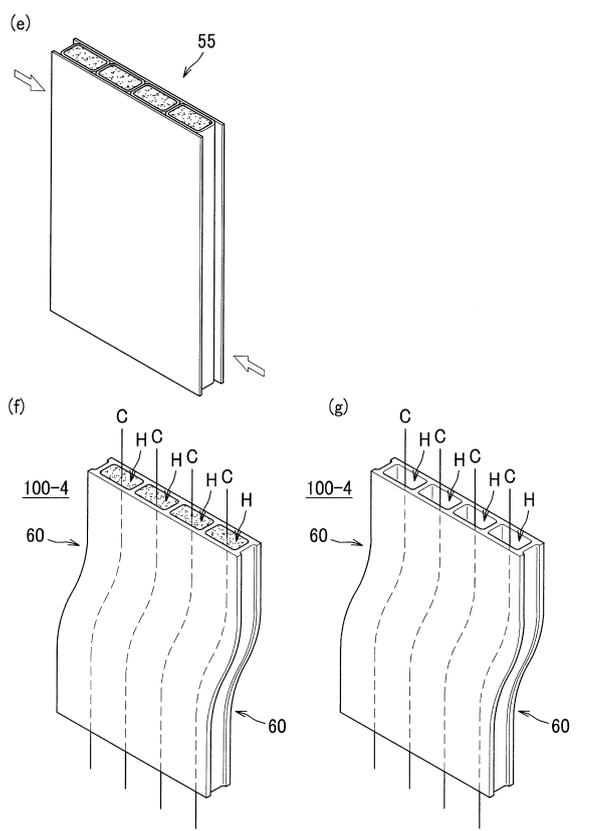
10

20

【図33-1】



【図33-2】

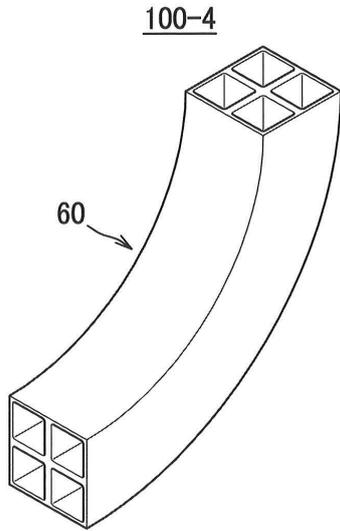


30

40

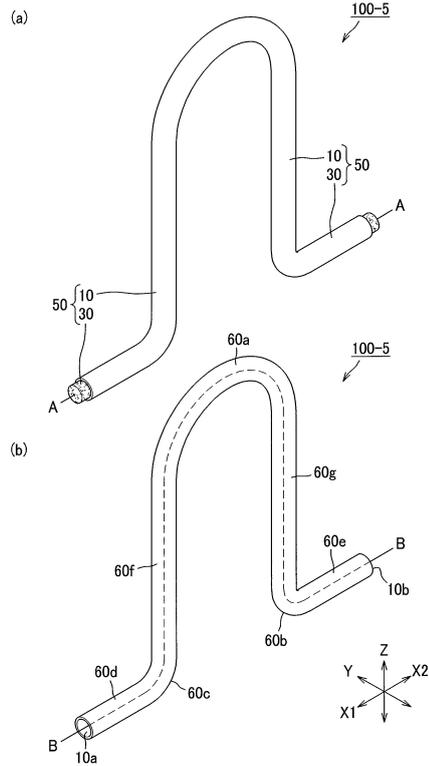
50

【 図 3 4 】



【 図 34 】

【 図 3 5 】

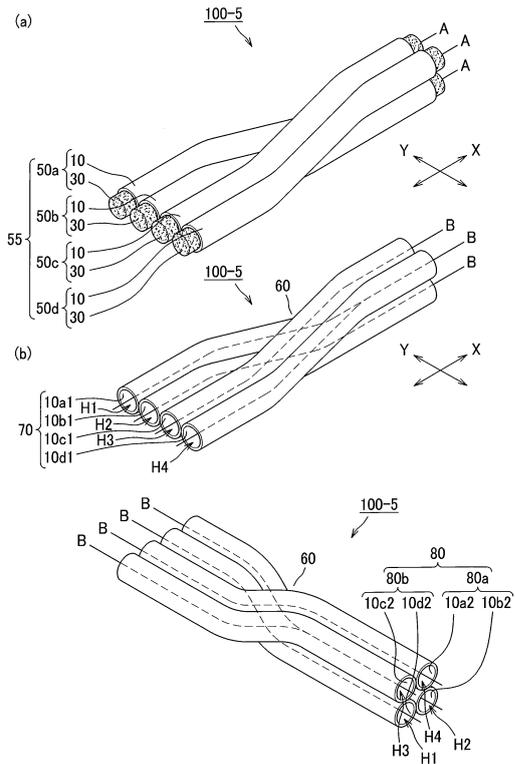


【 図 35 】

10

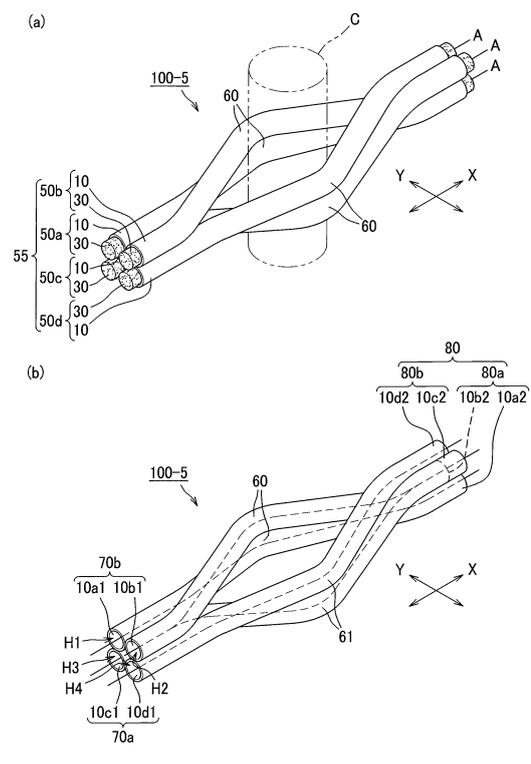
20

【 図 3 6 】



【 図 36 】

【 図 3 7 】



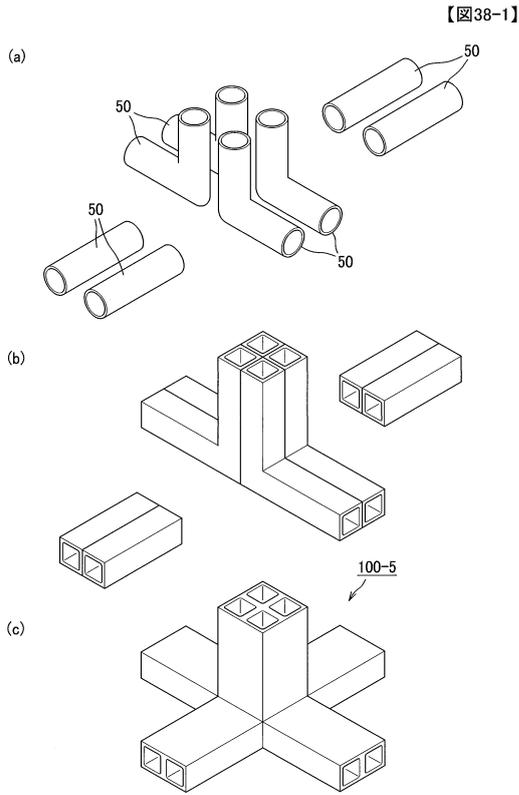
【 図 37 】

30

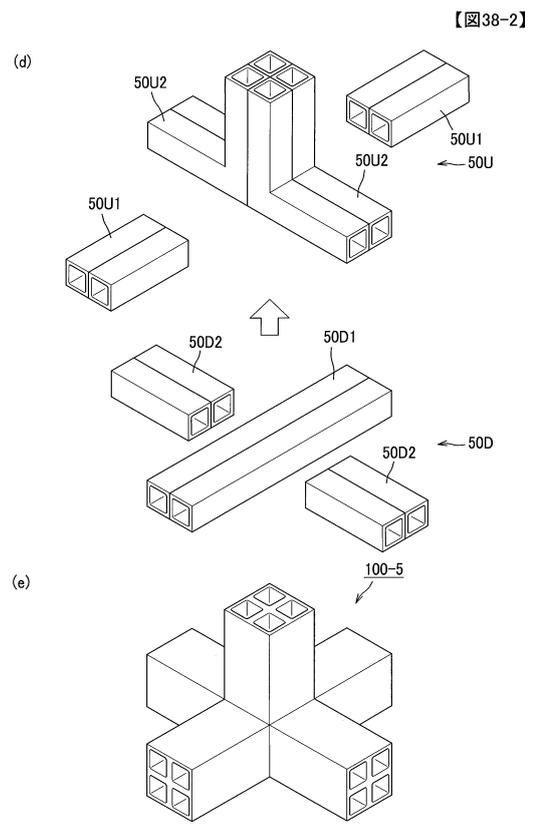
40

50

【 図 3 8 - 1 】



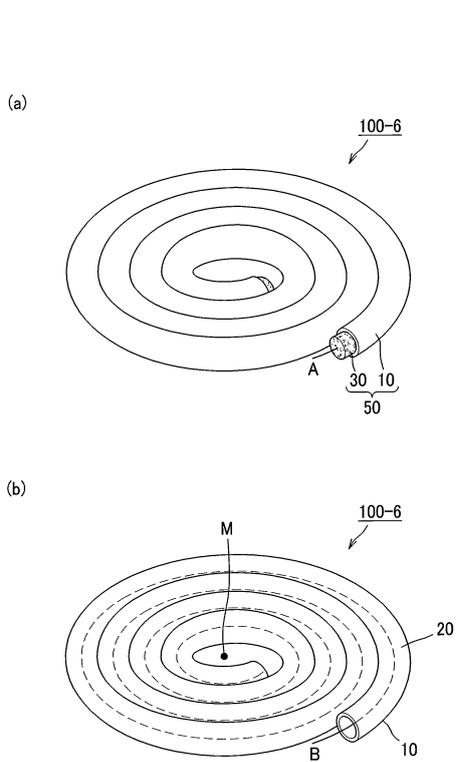
【 図 3 8 - 2 】



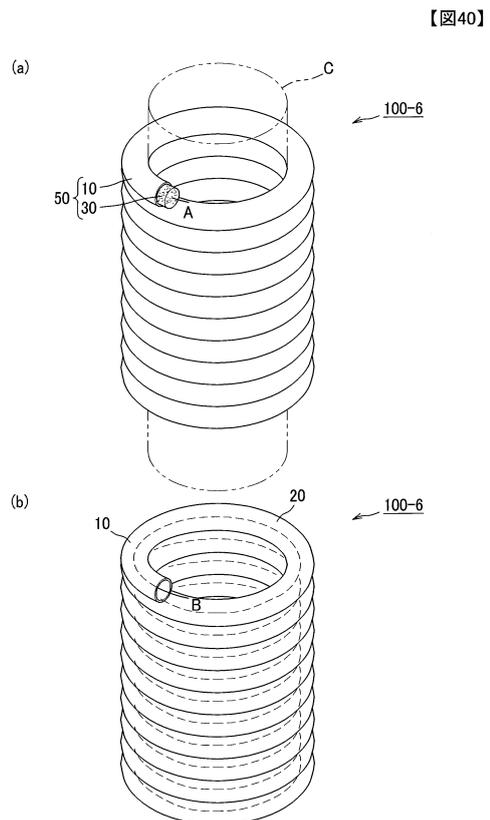
10

20

【 図 3 9 】



【 図 4 0 】

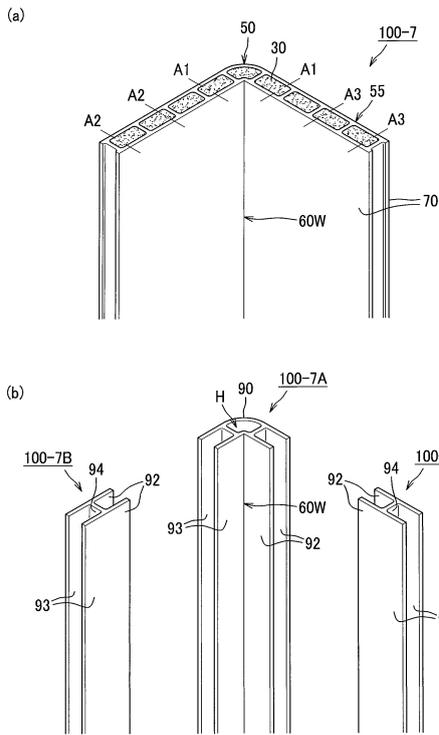


30

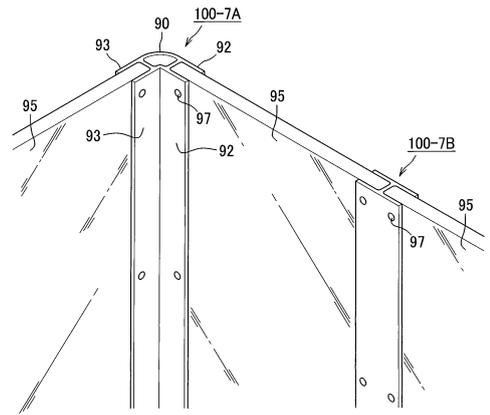
40

50

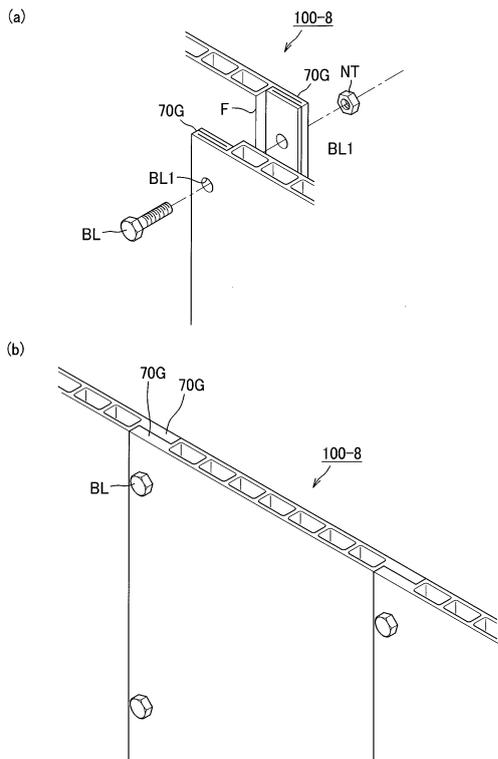
【 図 4 1 】



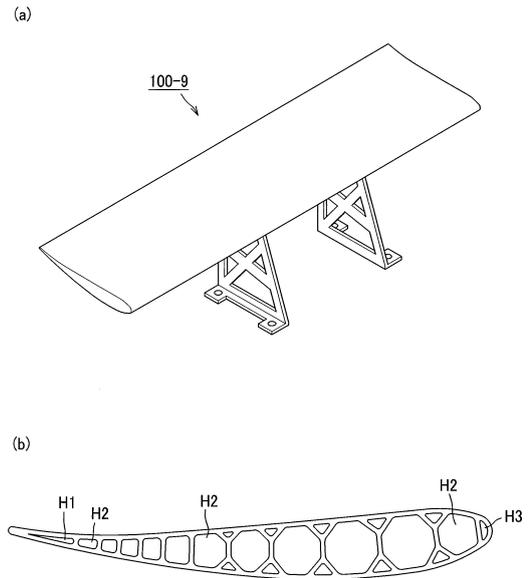
【 図 4 2 】



【 図 4 3 】



【 図 4 4 】



10

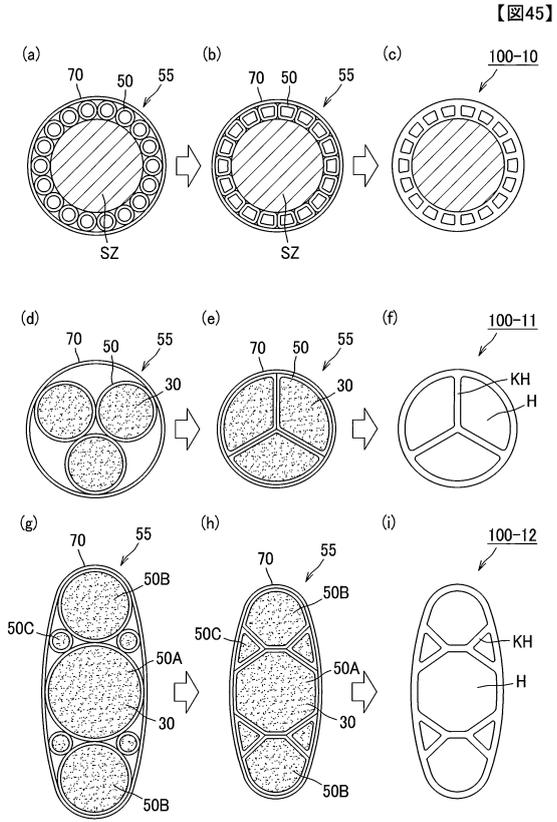
20

30

40

50

【 4 5 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

- (56)参考文献 特開昭 6 4 - 0 7 8 8 2 5 (J P , A)
特開平 0 4 - 2 6 5 7 1 4 (J P , A)
特開 2 0 1 3 - 0 3 5 2 4 7 (J P , A)
特開平 0 6 - 3 1 2 4 8 3 (J P , A)
特開昭 5 4 - 0 2 2 4 7 0 (J P , A)
特開 2 0 0 2 - 2 9 2 5 9 1 (J P , A)
特開 2 0 1 4 - 2 0 8 4 2 0 (J P , A)
特開平 0 4 - 1 7 5 1 4 8 (J P , A)
特開平 0 5 - 0 5 7 7 3 2 (J P , A)
特開 2 0 1 8 - 0 4 3 4 8 7 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 4 / 0 1 0 2 5 7 8 (U S , A 1)
- (58)調査した分野 (Int.Cl. , D B 名)
- B 2 9 C 3 3 / 0 0 - 3 3 / 7 6
B 2 9 C 3 9 / 2 6 - 3 9 / 3 6
B 2 9 C 4 1 / 0 0 - 4 1 / 5 2
B 2 9 C 4 3 / 3 6 - 4 3 / 4 2
B 2 9 C 4 3 / 5 0
B 2 9 C 4 5 / 2 6 - 4 5 / 4 4
B 2 9 C 4 5 / 6 4 - 4 5 / 6 8
B 2 9 C 4 5 / 7 3
B 2 9 C 4 9 / 4 8 - 4 9 / 5 6
B 2 9 C 4 9 / 7 0
B 2 9 C 5 1 / 3 0 - 5 1 / 4 0
B 2 9 C 5 1 / 4 4
B 2 9 C 7 0 / 0 0 - 7 0 / 8 8
B 2 9 L 2 4 / 0 0