

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第5962724号
(P5962724)

(45) 発行日 平成28年8月3日(2016.8.3)

(24) 登録日 平成28年7月8日(2016.7.8)

(51) Int.Cl.

F 1

F 1 6 F 7/00 (2006.01)

F 1 6 F 7/00 B

B 6 O R 19/34 (2006.01)

F 1 6 F 7/00 K

D O 3 D 1/00 (2006.01)

B 6 O R 19/34

D O 3 D 11/00 (2006.01)

D O 3 D 1/00 Z

D O 3 D 15/12 (2006.01)

D O 3 D 11/00 Z

請求項の数 4 (全 12 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-180228 (P2014-180228)

(22) 出願日 平成26年9月4日(2014.9.4)

(65) 公開番号 特開2016-53405 (P2016-53405A)

(43) 公開日 平成28年4月14日(2016.4.14)

審査請求日 平成27年9月7日(2015.9.7)

(73) 特許権者 000003218

株式会社豊田自動織機

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地

(74) 代理人 100105957

弁理士 恩田 誠

(74) 代理人 100068755

弁理士 恩田 博宣

(72) 発明者 富岡 宏匡

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
社 豊田自動織機 内

(72) 発明者 牧 亜矢

愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会
社 豊田自動織機 内

審査官 塚原 一久

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 エネルギー吸収部材

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

繊維構造体に樹脂を含浸させて構成され、衝撃荷重を受けた際の衝撃エネルギーを吸収するエネルギー吸収部材であって、

前記繊維構造体は、荷重が加わる方向に延びる荷重方向糸を複数配列してなる繊維層を複数有するとともに、複数の前記繊維層は前記荷重が加わる方向と直交する方向に積層されており、

前記繊維構造体は、荷重が最初に加わる第1端面側に位置し、衝撃荷重を受けた際に破壊の起点となるトリガ部と、

荷重が加わる方向において、前記トリガ部よりも前記第1端面とは反対側の第2端面側に位置して破壊の進行を抑制し、かつ繊維組織によって前記トリガ部よりも層間結合力が高められた本体部と、

荷重が加わる方向において、前記トリガ部より前記第1端面側に位置し、かつ繊維組織によって前記トリガ部よりも層間結合力が高められた形状保持部と、を有するエネルギー吸収部材。

【請求項2】

前記形状保持部では、積層方向に隣り合う前記繊維層同士が前記荷重方向糸を交絡糸で挟み込むことで結合され、前記トリガ部では、前記交絡糸により前記繊維層同士を積層方向に結合していない部位が存在する請求項1に記載のエネルギー吸収部材。

【請求項3】

10

20

前記形状保持部は組紐組織で形成され、前記形状保持部は、前記荷重方向糸と交差する方向に配列され、かつ前記繊維層を貫通する貫通糸を含み、積層方向に隣り合う前記繊維層同士が前記貫通糸によって結合され、前記トリガ部では、前記貫通糸により前記繊維層同士を積層方向に結合していない部位が存在する請求項 1 に記載のエネルギー吸収部材。

【請求項 4】

前記繊維層は織物で構成され、前記形状保持部では、積層方向一端側の前記繊維層の表面に沿って配設された抜け止め糸と、積層された前記繊維層を積層方向に貫通し、かつ前記抜け止め糸の外を通して折り返された面内糸とで前記繊維層同士が結合され、前記トリガ部では、前記面内糸及び抜け止め糸による前記繊維層同士の結合がなされていない請求項 1 に記載のエネルギー吸収部材。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、繊維構造体に樹脂を含浸させて構成され、衝撃荷重を受けた際の衝撃エネルギーを吸収するエネルギー吸収部材に関する。

【背景技術】

【0002】

例えば、バンパーと車体フレームの間には、エネルギー吸収部材が配置されており、このエネルギー吸収部材は、過大な衝撃荷重を受けた場合に、破壊することにより衝撃エネルギーを吸収する。エネルギー吸収部材としては、優れたエネルギー吸収能力を有する繊維強化複合材料が知られている。また、エネルギー吸収部材は、過大な衝撃荷重を受けた際の破壊の起点となるトリガ部を有している。

20

【0003】

例えば、図 5 に示すように、特許文献 1 に開示の衝撃吸収複合材構造 80 は、補強繊維の層を複数積層した繊維積層体に樹脂を含浸させて構成されている。衝撃吸収複合材構造 80 は、荷重が加わる方向（以下、荷重方向と記載する）における先端部から、荷重方向に沿って所定位置に至るまでの範囲では、繊維積層体の層間結合力を向上させないようにし、トリガ部 82 を設けている。一方、荷重方向に沿った所定位置から先はニードリング 83 によって層間結合力を向上させた層間補強領域 81 としている。このような衝撃吸収複合材構造 80 では、過大な衝撃荷重を受けた場合、層間補強領域 81 に先立ってトリガ部 82 に局部破壊を生じさせてエネルギーを吸収し、層間補強領域 81 で破壊の進行を抑制する。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【特許文献 1】特開 2004-324814 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

ところが、特許文献 1 の衝撃吸収複合材構造 80 において、樹脂を含浸させる前の繊維積層体の状態では、トリガ部 82 が先端から荷重方向に裂けたり、撓んだりしやすい。このため、繊維積層体を樹脂含浸させるため、例えば、繊維積層体を金型内に封入する作業を行う最中、図 5 に示すように、トリガ部 82 が先端から裂けたり、トリガ部 82 全体が撓んだりして取り扱いが非常に悪く、衝撃吸収複合材構造 80 の生産性が低下してしまう虞がある。

40

【0006】

本発明は、前記の問題に鑑みてなされたものであって、その目的は、生産性の低下を抑制することができるエネルギー吸収部材を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

50

上記問題点を解決するためのエネルギー吸収部材は、繊維構造体に樹脂を含浸させて構成され、衝撃荷重を受けた際の衝撃エネルギーを吸収するエネルギー吸収部材であって、前記繊維構造体は、荷重が加わる方向に延びる荷重方向糸を複数配列してなる繊維層を複数有するとともに、複数の前記繊維層は前記荷重が加わる方向と直交する方向に積層されており、前記繊維構造体は、荷重が最初に加わる第1端面側に位置し、衝撃荷重を受けた際に破壊の起点となるトリガ部と、荷重が加わる方向において、前記トリガ部よりも前記第1端面とは反対側の第2端面側に位置して破壊の進行を抑制し、かつ繊維組織によって前記トリガ部よりも層間結合力が高められた本体部と、荷重が加わる方向において、前記トリガ部より前記第1端面側に位置し、かつ繊維組織によって前記トリガ部よりも層間結合力が高められた形状保持部と、を有することを要旨とする。

10

【0008】

これによれば、繊維構造体において、トリガ部より第1端面側では形状保持部によって繊維層同士の結合が強化され、形状保持部が無い場合に生じる繊維層同士の裂けが抑制され、また、撓みにくくなる。よって、繊維構造体に樹脂を含浸させるため、繊維積層体を金型内に封入する作業を行う最中、トリガ部より第1端面側で繊維層同士が裂けたり、トリガ部が撓んだりすることが抑制でき、繊維構造体の取り扱いが容易となる。

【0009】

また、エネルギー吸収部材について、前記形状保持部では、積層方向に隣り合う前記繊維層同士が前記荷重方向糸を交絡糸で挟み込むことで結合され、前記トリガ部では、前記交絡糸により前記繊維層同士を積層方向に結合していない部位が存在する。

20

【0010】

これによれば、形状保持部では、繊維層同士の層間結合力を高め、トリガ部では繊維層同士の層間結合力を低くすることができる。

また、エネルギー吸収部材について、前記形状保持部は組紐組織で形成され、前記形状保持部は、前記荷重方向糸と交差する方向に配列され、かつ前記繊維層を貫通する貫通糸を含み、積層方向に隣り合う前記繊維層同士が前記貫通糸によって結合され、前記トリガ部では、前記貫通糸により前記繊維層同士を積層方向に結合していない部位が存在する。

【0011】

これによれば、組紐組織は、3次元ブレイディング装置によって製造することができ、形状保持部、トリガ部、及び本体部を含む繊維構造体を簡単に製造することができる。

30

また、エネルギー吸収部材について、前記繊維層は織物で構成され、前記形状保持部では、積層方向一端側の前記繊維層の表面に沿って配設された抜け止め糸と、積層された前記繊維層を積層方向に貫通し、かつ前記抜け止め糸の外を通過して折り返された面内糸とで前記繊維層同士が結合され、前記トリガ部では、前記面内糸及び抜け止め糸による前記繊維層同士の結合がなされていない。

【0012】

これによれば、形状保持部では、繊維層同士が面内糸及び抜け止め糸によって結合される一方で、トリガ部では、繊維層同士が面内糸及び抜け止め糸によって結合されていない。そして、繊維層を積層した状態で、面内糸と抜け止め糸を用いた繊維層同士の結合を行えば形状保持部を形成でき、面内糸と抜け止め糸を用いた繊維層同士の結合を行わなければトリガ部を形成できる。よって、形状保持部及びトリガ部を有する繊維構造体を簡単に製造することができる。

40

【発明の効果】**【0013】**

本発明によれば、エネルギー吸収部材の生産性の低下を抑制することができる。

【図面の簡単な説明】**【0014】**

【図1】(a)は第1の実施形態のエネルギー吸収部材を示す斜視図、(b)は形状保持部及び本体部を示す平断面図、(c)はトリガ部を示す平断面図。

【図2】(a)は第2の実施形態のエネルギー吸収部材を示す斜視図、(b)は形状保持

50

部及び本体部を示す平断面図、(c)はトリガ部を示す平断面図。

【図3】(a)は第3の実施形態のエネルギー吸収部材を示す斜視図、(b)は形状保持部及び本体部を示す平断面図、(c)はトリガ部を示す平断面図。

【図4】第3の実施形態におけるトリガ部の別例を示す平断面図。

【図5】背景技術を示す図。

【発明を実施するための形態】

【0015】

(第1の実施形態)

以下、エネルギー吸収部材を具体化した第1の実施形態を図1にしたがって説明する。

図1(a)に示すように、エネルギー吸収部材10は繊維強化複合材料であり、筒状の繊維構造体11にマトリックス樹脂としての熱硬化性樹脂(図示せず)を含浸させて構成されたものである。エネルギー吸収部材10は、筒体の軸方向に沿って過大な衝撃荷重を受けた場合に、破壊することによりエネルギーを吸収する。以下、エネルギー吸収部材10に対し荷重が加わる方向(筒体の軸方向)を荷重方向Zとする。なお、熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂が使用される。

【0016】

繊維構造体11は、荷重方向Zの両端部のうち、荷重が最初に加わる端面に第1端面11aを有し、第1端面11aと反対側の端面に第2端面11bを有する。また、繊維構造体11は、荷重方向Zの途中にトリガ部23を有する。トリガ部23は、荷重方向Zにおける第2端面11bよりも第1端面11aに近い位置に設けられている。そして、トリガ部23は、衝撃荷重を受けた際に破壊の起点となる部位である。また、繊維構造体11は、第1端面11aを含んだ形状保持部22を有するとともに、第2端面11bを含んだ本体部24を有する。

【0017】

本体部24は、荷重方向Zにおいて、トリガ部23よりも第2端面11b側に位置し、衝撃荷重を受けた際に、破壊の進行を抑制する。また、形状保持部22は、荷重方向Zにおいて、トリガ部23より第1端面11a側に位置し、かつ繊維組織によってトリガ部23よりも層間結合力が高められた部位である。

【0018】

そして、トリガ部23は、荷重方向Zにおいて、形状保持部22と本体部24の間に配置されている。荷重方向Zに沿った長さでは、本体部24が最も長く、その次に、トリガ部23が長い。そして、荷重方向Zに沿った長さでは、形状保持部22が最も短い。

【0019】

図1(b)に示すように、繊維構造体11は、荷重方向Z全体に延びる荷重方向糸12を複数配列して形成された繊維層13を複数有し、それら複数の繊維層13は荷重方向Zに直交する方向(積層方向X)に積層されている。そして、筒状の繊維構造体11では、複数の繊維層13は、荷重方向Zに延びる中心軸を中心とした同心円状に積層されている。本実施形態では、繊維構造体11は、繊維層13を5つ有しており、積層方向Xの一端(外端)に位置する繊維層13を第1繊維層13a(13)とし、以下、積層方向Xに沿って他端(内端)に向けて順に、第2繊維層13b(13)、第3繊維層13c(13)、第4繊維層13d(13)、第5繊維層13e(13)とする。

【0020】

形状保持部22及び本体部24では、積層方向Xに隣り合う2つの繊維層13(第1繊維層13aと第2繊維層13b、第2繊維層13bと第3繊維層13c、第3繊維層13cと第4繊維層13d、第4繊維層13dと第5繊維層13e)は、交絡糸としての第1交絡糸14a及び第2交絡糸14bによって互いに結合されている。

【0021】

第1交絡糸14a及び第2交絡糸14bは、積層方向Xに隣り合う2つの繊維層13を貫通し、かつ各繊維層13の荷重方向糸12に沿って折り返されている。一方向への第1交絡糸14aと第2交絡糸14bの進行方向を見ると、積層方向Xに隣り合う2つ荷重方

向糸 1 2 に対し、第 1 交絡糸 1 4 a は、一方の荷重方向糸 1 2 に沿って折り返され、第 2 交絡糸 1 4 b は、他方の荷重方向糸 1 2 に沿って折り返されている。よって、第 1 交絡糸 1 4 a と第 2 交絡糸 1 4 b は、積層方向 X に隣り合う 2 つの荷重方向糸 1 2 を相反する方向から挟むように各荷重方向糸 1 2 に交絡している。

【0022】

そして、形状保持部 2 2 と本体部 2 4 において、5 つの繊維層 1 3 は、第 1 交絡糸 1 4 a と第 2 交絡糸 1 4 b の荷重方向糸 1 2 に対する交絡によって、積層方向 X に隣り合う繊維層 1 3 同士が互いに結合され、積層方向 X への層間結合力が高められている。形状保持部 2 2 と、本体部 2 4 は同じ構造であり、層間結合力も同じである。なお、形状保持部 2 2 は、荷重方向 Z の第 1 端面 1 1 a から 1 層だけ設けられている。

10

【0023】

図 1 (c) に示すように、トリガ部 2 3 は、形状保持部 2 2 及び本体部 2 4 と同じ 5 つの繊維層 1 3 と、第 1 交絡糸 1 4 a 及び第 2 交絡糸 1 4 b とを含む。しかし、トリガ部 2 3 は、形状保持部 2 2 及び本体部 2 4 に比べて層間結合力が低くなっている。トリガ部 2 3 では、積層方向 X に隣り合う第 1 繊維層 1 3 a と第 2 繊維層 1 3 b が第 1 交絡糸 1 4 a 及び第 2 交絡糸 1 4 b によって結合されるとともに、第 4 繊維層 1 3 d と第 5 繊維層 1 3 e が第 1 交絡糸 1 4 a 及び第 2 交絡糸 1 4 b によって結合されている。

【0024】

その一方で、トリガ部 2 3 では、第 2 繊維層 1 3 b と第 3 繊維層 1 3 c、及び第 3 繊維層 1 3 c と第 4 繊維層 1 3 d とは、第 1 交絡糸 1 4 a 及び第 2 交絡糸 1 4 b が各層の荷重方向糸 1 2 には交絡していない。すなわち、第 3 繊維層 1 3 c の荷重方向糸 1 2 に対しては、第 1 交絡糸 1 4 a 及び第 2 交絡糸 1 4 b が交絡しておらず、トリガ部 2 3 には、繊維層 1 3 同士を積層方向に結合していない部位が存在する。すなわち、5 つの繊維層 1 3 のうち、積層方向 X の両側の 2 つだけで層間結合力が高められている。

20

【0025】

よって、5 つの繊維層 1 3 の全てが、隣り合う繊維層 1 3 同士で層間結合力が高められた形状保持部 2 2 及び本体部 2 4 と比べると、トリガ部 2 3 では層間結合力が低くなっている。したがって、繊維構造体 1 1 において、形状保持部 2 2 では、第 1 交絡糸 1 4 a 及び第 2 交絡糸 1 4 b を用いて複数の繊維層 1 3 を結合することで、繊維組織によってトリガ部 2 3 よりも層間結合力が高められている。

30

【0026】

なお、荷重方向糸 1 2、第 1 交絡糸 1 4 a 及び第 2 交絡糸 1 4 b は全て同種の材質製の無撚りの繊維束で構成されている。この実施形態では荷重方向糸 1 2 及び各交絡糸 1 4 a、1 4 b には炭素繊維からなる無撚りの繊維束が使用されている。炭素繊維束は細い繊維が数百～数万本束ねられて 1 本の繊維束が構成されており、要求性能に適した繊維の本数の繊維束が選択される。

【0027】

そして、形状保持部 2 2、トリガ部 2 3、及び本体部 2 4 を有する繊維構造体 1 1 を強化繊維としたエネルギー吸収部材 1 0 においては、荷重方向 Z に沿って第 1 端面 1 1 a に過大な衝撃荷重を受けた場合、トリガ部 2 3 に局部破壊を生じさせてエネルギーを吸収する。その後、本体部 2 4 で破壊の進行を抑制する。

40

【0028】

次に、エネルギー吸収部材 1 0 の製造方法を作用とともに説明する。

まず、形状保持部 2 2、トリガ部 2 3、及び本体部 2 4 を有する繊維構造体 1 1 を製造する。次に、繊維構造体 1 1 に、熱硬化性樹脂を含浸硬化させる。樹脂の含浸硬化は R T M (レジン・トランスファー・モールドイング) 法で行われる。具体的には、凹凸で構成された金型に繊維構造体 1 1 を封入し、金型内に熱硬化性樹脂を注入し、熱硬化性樹脂を硬化させると、エネルギー吸収部材 1 0 が製造される。

【0029】

上記実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

50

(1) トリガ部 2 3 を有するエネルギー吸収部材 1 0 において、トリガ部 2 3 よりも繊維構造体 1 1 の第 1 端面 1 1 a 側に形状保持部 2 2 を設けた。形状保持部 2 2 は、積層方向 X に隣り合う繊維層 1 3 同士を第 1 交絡糸 1 4 a 及び第 2 交絡糸 1 4 b で結合して構成されており、ほつれにくい構造である。よって、エネルギー吸収部材 1 0 の製造のため、繊維構造体 1 1 を金型内に封入する際、形状保持部 2 2 によって、繊維構造体 1 1 の第 1 端面 1 1 a 側で繊維層 1 3 同士の間が裂けたり、撓んだりすることを抑制することができる。その結果、金型に繊維構造体 1 1 を封入する際の、繊維構造体 1 1 の取り扱いが容易となりエネルギー吸収部材 1 0 の生産性の低下が抑制できる。

【0030】

(2) 繊維構造体 1 1 に形状保持部 2 2 を設けることで、トリガ部 2 3 より繊維構造体 1 1 の第 1 端面 1 1 a 側での裂けや撓みを抑制することができ、トリガ部 2 3 での積層方向 X や、荷重方向系 1 2 の配列方向での荷重方向系 1 2 の偏りを抑制することができる。このため、製造されたエネルギー吸収部材 1 0 においても、荷重方向系 1 2 の偏りや、荷重方向系 1 2 の偏りを原因とした樹脂密度のばらつきの発生を抑制することができる。

【0031】

(3) 形状保持部 2 2 は、第 1 端面 1 1 a から 1 層だけ設けられており、第 1 交絡糸 1 4 a 及び第 2 交絡糸 1 4 b を用いて形成できる最小領域に設けられている。よって、形状保持部 2 2 によって、繊維構造体 1 1 の第 1 端面 1 1 a 側の層間結合力が過度に高まることを抑えつつ、形状を保持できる。

【0032】

(4) 形状保持部 2 2 及び本体部 2 4 と、トリガ部 2 3 とは、繊維構造体 1 1 の繊維組織を異ならせて機能を異ならせている。このため、例えば、同じ繊維組織の繊維構造体を製造した後、その繊維構造体の荷重方向 Z の先端に接着剤を塗布して形状保持部を形成したり、繊維構造体の厚みを薄くなるように加工してトリガ部や形状保持部を形成する場合と比べると、繊維構造体 1 1 の製造が容易である。

【0033】

(5) 形状保持部 2 2 と本体部 2 4 は、同じ繊維組織を有し、層間結合力が同じである。よって、形状保持部 2 2 と、トリガ部 2 3 と、本体部 2 4 の全てを異なる繊維組織で形成する場合と比べて、繊維構造体 1 1 の製造、ひいてはエネルギー吸収部材 1 0 の製造を簡単

【0034】

(第 2 の実施形態)

次に、エネルギー吸収部材を具体化した第 2 の実施形態を図 2 にしたがって説明する。なお、第 2 の実施形態では、第 1 の実施形態と同様の部分についてはその詳細な説明を省略する。

【0035】

図 2 (a) に示すように、第 2 の実施形態のエネルギー吸収部材 3 0 は、第 1 の実施形態のエネルギー吸収部材 1 0 と同様に、筒状の繊維構造体 3 1 を有し、その繊維構造体 3 1 は、荷重方向 Z に沿って並設された形状保持部 3 2 と、トリガ部 3 3 と、本体部 3 4 とを有する。第 2 の実施形態の繊維構造体 3 1 は、形状保持部 3 2 及び本体部 3 4 での層間結合力を高める方法が、第 1 の実施形態と異なる。繊維構造体 3 1 は、3 次元ブレイディング装置によって製造されている。また、繊維構造体 3 1 は、荷重方向 Z の一端面に第 1 端面 3 1 a を有し、他端面に第 2 端面 3 1 b を有する。

【0036】

図 2 (b) に示すように、繊維構造体 3 1 は組紐組織である。形状保持部 3 2 及び本体部 3 4 では、複数の荷重方向系 3 5 を配列して形成された複数の繊維層 3 6 と、繊維層 3 6 を貫通するように組織された第 1 貫通糸 3 7 a 及び第 2 貫通糸 3 7 b とを有する。なお、荷重方向系 3 5、第 1 貫通糸 3 7 a、及び第 2 貫通糸 3 7 b は、炭素繊維からなる無撚りの繊維束である。各繊維層 3 6 において、積層方向 X に直交し、かつ荷重方向系 3 5 が配列された方向を配列方向 Y とする。

【0037】

繊維構造体31において、積層方向Xの一端（外端）の繊維層36を第1繊維層36a（36）とし、以下、積層方向Xに沿って他端（内端）に向けて順に、第2繊維層36b（36）、第3繊維層36c（36）、第4繊維層36d（36）とする。繊維構造体31において、形状保持部32と本体部34では、第1貫通糸37aは、積層方向Xに隣り合う2つの繊維層36（第1繊維層36aと第2繊維層36b、第2繊維層36bと第3繊維層36c、第3繊維層36cと第4繊維層36d）を貫通し、かつ貫通した各繊維層36の荷重方向糸35に沿って折り返されている。

【0038】

具体的には、隣り合う2つの繊維層36において、第1貫通糸37aは一方の繊維層36の荷重方向糸35に沿って折り返された後、他方の繊維層36において配列方向Yに沿って1本の荷重方向糸35を飛ばした次の荷重方向糸35に向かうように延びている。そして、第1貫通糸37aは、2つの繊維層36を貫通し、他方の繊維層36の荷重方向糸35に沿って折り返されている。よって、第1貫通糸37aは、積層方向Xに隣り合う2つの繊維層36を、配列方向Yに異なる荷重方向糸35を介して相反する方向から挟むように各荷重方向糸35に沿って折り返されている。そして、第1貫通糸37aは、隣り合う2つの繊維層36を結合している。

10

【0039】

一方、第2貫通糸37bは、積層方向一端の第1繊維層36aと、積層方向他端の第4繊維層36dのみを貫通して折り返すように組織されている。そして、各繊維層36の各荷重方向糸35を第1貫通糸37aと第2貫通糸37bで挟み込み、積層方向Xに隣り合う繊維層36同士の層間結合力を高めている。形状保持部32と、本体部34は同じ構造であり、層間結合力も同じである。なお、形状保持部32は、荷重方向Zの第1端面31aから1層だけ設けられている。

20

【0040】

一方、図2（c）に示すように、トリガ部33では、4つの繊維層36それぞれを第2貫通糸37bが貫通して折り返すように組織されている。そして、第1貫通糸37aは、第1繊維層36aと第2繊維層36bを貫通し、各繊維層36の荷重方向糸35に沿って折り返すように組織されるとともに、第3繊維層36cと第4繊維層36dを貫通し、各繊維層36の荷重方向糸35に沿って折り返すように組織されている。

30

【0041】

よって、トリガ部33では、第1貫通糸37aは、第2繊維層36bと第3繊維層36cを跨るように貫通しておらず、第2繊維層36bと第3繊維層36cは、第1貫通糸37aによって結合されていない。すなわち、トリガ部33では、第1貫通糸37aによる積層方向への結合がされず、繊維層36同士を積層方向に結合していない部位が存在する。したがって、トリガ部33では、4つの繊維層36のうち、積層方向Xの両側の2層だけで層間結合力が高められており、4つの繊維層36の全てが、隣り合う繊維層36同士で結合された形状保持部32及び本体部34に比べて、トリガ部33の層間結合力が低くなっている。よって、繊維構造体31において、形状保持部32及び本体部34では、第1貫通糸37a及び第2貫通糸37bを用いて複数の繊維層36を結合することで、繊維組織によってトリガ部33よりも層間結合力が高められている。

40

【0042】

そして、本実施形態のエネルギー吸収部材30は、三次元ブレイディング装置によって製造された繊維構造体31に、熱硬化性樹脂を含浸硬化させて製造され、樹脂の含浸硬化はRTM（レジン・トランスファー・モールドイング）法で行われる。

【0043】

従って、第2の実施形態によれば、第1の実施形態に記載の効果に加えて以下の効果を得ることができる。

（6）第2の実施形態のエネルギー吸収部材30は、繊維構造体31を三次元ブレイディング装置により製造でき、筒状のエネルギー吸収部材30を容易に製造することができ

50

る。

【0044】

(第3の実施形態)

次に、エネルギー吸収部材を具体化した第3の実施形態を図3にしたがって説明する。なお、第3の実施形態では、第1の実施形態と同様の部分についてはその詳細な説明を省略する。

【0045】

図3(a)に示すように、第3の実施形態のエネルギー吸収部材40は、第1の実施形態のエネルギー吸収部材10と同様に、筒状の繊維構造体41を有し、その繊維構造体41は、荷重方向Zに沿って並設された形状保持部42と、トリガ部43と、本体部44とを有する。また、繊維構造体41は、荷重方向Zの一端面に第1端面41aを有し、他端面に第2端面41bを有する。

10

【0046】

図3(b)に示すように、第3の実施形態の繊維構造体41は、複数の繊維層46を積層して有する。繊維層46は、複数の荷重方向糸としての経糸45aと、複数の緯糸45bとを一本ずつ交互に組み合わせた平織り(織物)によって形成されている。なお、本実施形態では、繊維層46を平織りとしたが、平織り以外にも、朱子織りや綾織りで形成されていてもよい。

【0047】

各繊維層46において、積層方向Xに直交し、かつ経糸45aが配列された方向を配列方向Yとする。また、繊維構造体41において、積層方向Xの一端(外端)に位置する繊維層46を第1繊維層46a(46)とし、以下、積層方向Xに沿って他端(内端)に向けて順に、第2繊維層46b(46)、第3繊維層46c(46)、第4繊維層46d(46)とする。

20

【0048】

繊維構造体41において、形状保持部42及び本体部44は、複数の繊維層46を、複数の面内糸47及び抜け止め糸48で結合している。なお、面内糸47及び抜け止め糸48に加え、上述の経糸45a、緯糸45bは炭素繊維からなる無撚りの繊維束である。

【0049】

積層方向一端の第1繊維層46aの表面には、複数の抜け止め糸48が、経糸45aの配列方向Yに間隔を空けて設けられている。複数の面内糸47のそれぞれは、積層方向他端の第4繊維層46dの表面から、4つの繊維層46の積層体内に挿入され、4つの繊維層46を積層方向Xに貫通した後、第1繊維層46aの表面で抜け止め糸48の外側を通過して折り返されている。さらに、面内糸47は、第1繊維層46aの表面から、4つの繊維層46の積層体内に挿入され、4つの繊維層46を積層方向Xに貫通した後、第4繊維層46dの表面に引き出されている。そして、面内糸47は、第1繊維層46a及び第4繊維層46dの表面で繰り返し折り返され、面内糸47により、4つの繊維層46が複数箇所結合されている。

30

【0050】

一方、図3(c)に示すように、繊維構造体41において、トリガ部43は、繊維層46を積層しただけの構成であり、繊維層46同士が面内糸47及び抜け止め糸48によって結合されていない。したがって、トリガ部43では、形状保持部42及び本体部44に比べて層間結合力が低くなっている。すなわち、形状保持部42及び本体部44は、繊維組織によってトリガ部43よりも層間結合力が高められている。

40

【0051】

従って、第3の実施形態によれば、第1の実施形態に記載の効果に加えて以下の効果を得ることができる。

(7) 第3の実施形態のエネルギー吸収部材40において、形状保持部42及び本体部44では、繊維層46同士が面内糸47及び抜け止め糸48によって結合されているのに対し、トリガ部43では、繊維層46同士が面内糸47及び抜け止め糸48によって結合

50

されていない。このため、繊維構造体 4 1 の製造の際、4 つの繊維層 4 6 を、形状保持部 4 2 及び本体部 4 4 でのみ、面内糸 4 7 及び抜け止め糸 4 8 によって結合すればよい。したがって、形状保持部 4 2、トリガ部 4 3、及び本体部 4 4 を有する繊維構造体 4 1 を簡単に製造することができる。

【0052】

なお、本実施形態は以下のように変更してもよい。

○ 第 1 の実施形態及び第 2 の実施形態において、トリガ部 2 3、3 3 においても、全ての繊維層で、第 1 交絡糸 1 4 a 及び第 2 交絡糸 1 4 b や、第 1 貫通糸 3 7 a 及び第 2 貫通糸 3 7 b により積層方向 X の結合を行う。この場合、トリガ部 2 3、3 3 での第 1 交絡糸 1 4 a 及び第 2 交絡糸 1 4 b による交絡回数や、第 1 貫通糸 3 7 a 及び第 2 貫通糸 3 7 b による貫通回数を、形状保持部や本体部での交絡回数や貫通回数よりも少なくしてトリガ部での層間結合力を形状保持部及び本体部より低くする。

10

【0053】

又は、トリガ部 2 3、3 3 での第 1 交絡糸 1 4 a 及び第 2 交絡糸 1 4 b の太さや、第 1 貫通糸 3 7 a 及び第 2 貫通糸 3 7 b の太さを、形状保持部及び本体部での太さより細くしてトリガ部での層間結合力を形状保持部及び本体部より低くする。

【0054】

○ 第 3 の実施形態において、トリガ部 4 3 にも、面内糸 4 7 及び抜け止め糸 4 8 を用いる。この場合、図 4 に示すように、トリガ部 4 3 での面内糸 4 7 及び抜け止め糸 4 8 の使用本数を、形状保持部 4 2 及び本体部 4 4 での使用本数より少なくし、トリガ部 4 3 での層間結合力を、形状保持部 4 2 及び本体部 4 4 の層間結合より低くする。

20

【0055】

又は、図示しないが、トリガ部 4 3 でも面内糸 4 7 及び抜け止め糸 4 8 を使用する場合、トリガ部 4 3 で使用する面内糸 4 7 の太さを、形状保持部 4 2 及び本体部 4 4 より細くする。そして、使用する面内糸 4 7 及び抜け止め糸 4 8 の本数がトリガ部 4 3 と、形状保持部 4 2 及び本体部 4 4 とで同じであっても、太さの差によって、トリガ部 4 3 での層間結合力を、形状保持部 4 2 及び本体部 4 4 の層間結合より低くしてもよい。

【0056】

○ 第 2 の実施形態の形状保持部 3 2 において、第 1 貫通糸 3 7 a 及び第 2 貫通糸 3 7 b による繊維層 3 6 の結合の仕方は適宜変更してもよい。また、第 1 貫通糸 3 7 a と第 2 貫通糸 3 7 b の 2 種類の貫通糸を使わず、1 種類の貫通糸だけで繊維層 3 6 同士を結合してもよい。

30

【0057】

○ 第 1 の実施形態の形状保持部 2 2 において、第 1 交絡糸 1 4 a 及び第 2 交絡糸 1 4 b が交絡する繊維層 1 3 は 3 層以上であってもよく、この場合、挟み込む荷重方向糸 1 2 は、積層方向 X に隣り合う 3 本以上となる。

【0058】

○ 各実施形態において、形状保持部 2 2、3 2、4 2 の層間結合力は、トリガ部 2 3、3 3、4 3 の層間結合より高ければ、本体部 2 4、3 4、4 4 の層間結合より低くてもよいし、高くてもよい。

40

【0059】

○ 各実施形態において、形状保持部 2 2、3 2、4 2 の層間結合力がトリガ部 2 3、3 3、4 3 の層間結合より高ければ、形状保持部 2 2、3 2、4 2 と本体部 2 4、3 4、4 4 とで繊維組織が異なってもよい。

【0060】

○ 各実施形態では、マトリックス樹脂として熱硬化性樹脂を用いたが、その他の種類の樹脂を用いてもよい。

○ 各実施形態において、積層する繊維層 1 3、3 6、4 6 の数は任意に変更してもよい。

【0061】

50

○ 荷重方向糸 12, 35、第1交絡糸 14a、第2交絡糸 14b、第1貫通糸 37a、第2貫通糸 37b、経糸 45a、緯糸 45b、面内糸 47、及び抜け止め糸 48は、炭素繊維に限らない。例えば、各糸は、エネルギー吸収部材 10, 30, 40 に要求される物性に対応して適宜変更してもよい。使用できる糸としては、アラミド繊維、ポリ-p-フェニレンベンゾビスオキサゾール繊維、超高分子量ポリエチレン繊維、ガラス繊維やセラミック繊維等が挙げられる。

【0062】

○ 繊維構造体 11, 31, 41 の形状は筒状でなくともよく、荷重方向 Z に荷重方向糸が延びる柱状や板状であってもよい。

次に、上記実施形態及び別例から把握できる技術的思想について以下に追記する。

10

【0063】

(イ) 前記樹脂は熱硬化性樹脂であるエネルギー吸収部材。

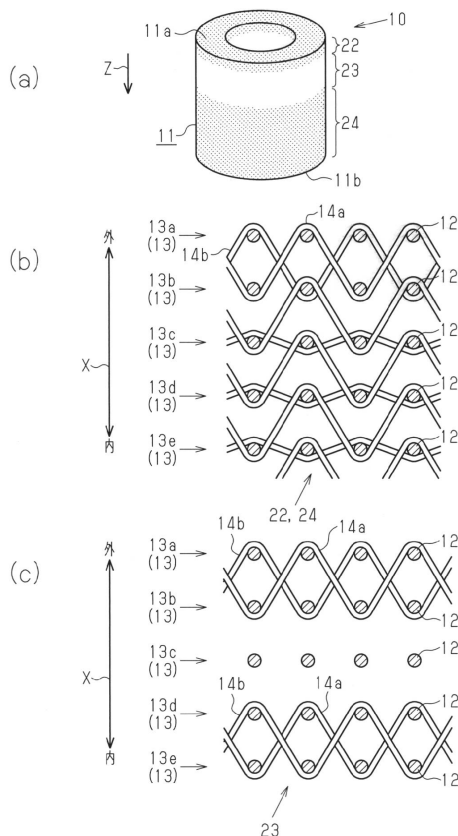
【符号の説明】

【0064】

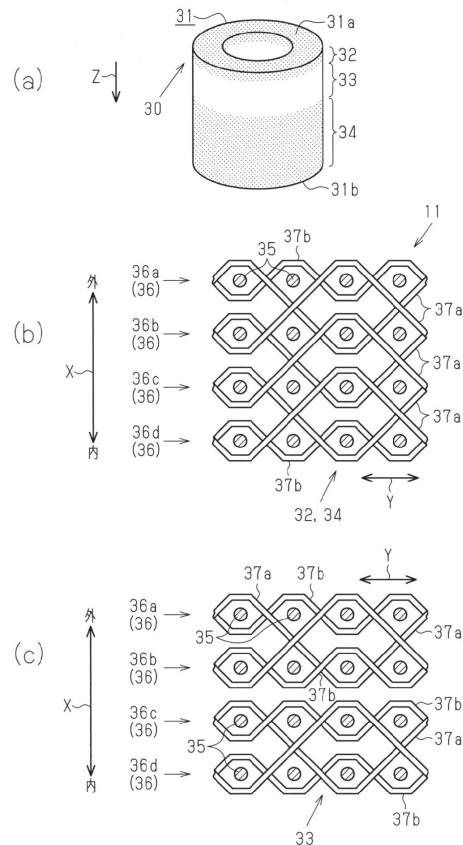
X…積層方向、10, 30, 40…エネルギー吸収部材、11, 31, 41…繊維構造体、11a, 31a, 41a…第1端面、11b, 31b, 41b…第2端面、12, 35…荷重方向糸、13, 36, 46…繊維層、14a…交絡糸としての第1交絡糸、14b…交絡糸としての第2交絡糸、23, 33, 43…トリガ部、22, 32, 42…形状保持部、24, 34, 44…本体部、37a…第1貫通糸、37b…第2貫通糸、45a…荷重方向糸としての経糸、47…面内糸、48…抜け止め糸。

20

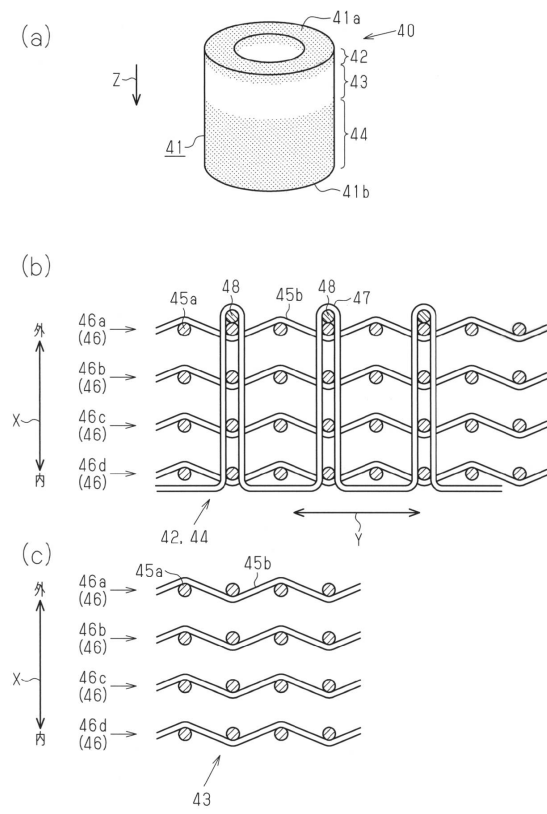
【図1】



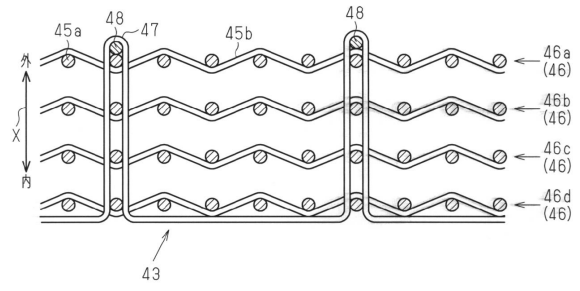
【図2】



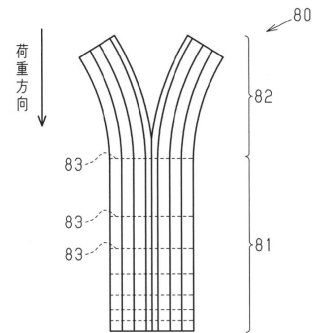
【図 3】



【図 4】



【図 5】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
D 0 4 C	1/12	(2006.01)	D 0 3 D	15/12	Z
B 3 2 B	5/06	(2006.01)	D 0 4 C	1/12	
B 3 2 B	5/28	(2006.01)	B 3 2 B	5/06	Z
			B 3 2 B	5/28	A

(56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 4 2 8 8 7 (J P, A)
 特開 2 0 0 4 - 3 2 4 8 1 4 (J P, A)
 特開平 1 0 - 2 3 5 7 6 3 (J P, A)
 特開昭 5 5 - 0 7 1 8 4 0 (J P, A)
 特開平 0 6 - 1 4 6 1 4 4 (J P, A)
 特開平 0 7 - 2 1 7 6 8 9 (J P, A)
 特開 2 0 0 3 - 0 7 3 9 6 8 (J P, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
 F 1 6 F 7 / 0 0 - 7 / 1 4
 B 6 0 R 1 9 / 3 4
 D 0 3 D 1 / 0 0 - 2 7 / 1 8
 D 0 4 C 1 / 0 0 - 7 / 0 0
 D 0 4 G 1 / 0 0 - 5 / 0 0
 B 3 2 B 1 / 0 0 - 4 3 / 0 0