

(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関  
国際事務局

(43) 国際公開日  
2015年8月13日(13.08.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/119206 A1

(51) 国際特許分類:

F16F 7/00 (2006.01) B62D 25/20 (2006.01)  
B60R 19/34 (2006.01) F16F 7/12 (2006.01)  
B62D 21/15 (2006.01)

(21) 国際出願番号:

PCT/JP2015/053274

(22) 国際出願日:

2015年2月5日(05.02.2015)

(25) 国際出願の言語:

日本語

(26) 国際公開の言語:

日本語

(30) 優先権データ:

特願 2014-021453 2014年2月6日(06.02.2014) JP  
特願 2014-052051 2014年3月14日(14.03.2014) JP  
特願 2014-052052 2014年3月14日(14.03.2014) JP

(71) 出願人: 帝人株式会社(TEIJIN LIMITED) [JP/JP];  
〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町1丁目6番7号 Osaka (JP).

(72) 発明者: 尾上 周平(ONOUYE Syuhei); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町1丁目6番7号 帝人株式会社内 Osaka (JP). 山路 正(YAMAJI Ta-

dashi); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町1丁目6番7号 帝人株式会社内 Osaka (JP). 横山恵造(YOKOYAMA Keizo); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町1丁目6番7号 帝人株式会社内 Osaka (JP). 岡 航平(OKA Kohei); 〒5410054 大阪府大阪市中央区南本町1丁目6番7号 帝人株式会社内 Osaka (JP).

(74) 代理人: 高松 猛, 外(TAKAMATSU Takeshi et al.);  
〒1050003 東京都港区西新橋一丁目7番13号  
虎ノ門イーストビルディング9階 航栄特許事務所 Tokyo (JP).

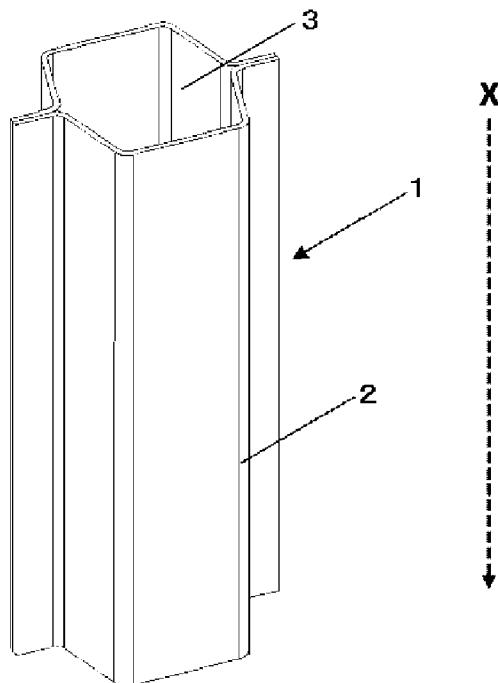
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM,

[続葉有]

(54) Title: RESIN SHOCK-ABSORBING MEMBER AND VEHICLE COMPONENT

(54) 発明の名称: 樹脂製衝撃吸収部材及び車両用部品

[図6]



(57) Abstract: A resin shock-absorbing member which is formed from a fiber-reinforced resin material that includes a thermoplastic resin and reinforcing fibers, and which has a shock-absorbing part with a hollow structure comprising an outer cylinder part and a hollow part, said resin shock-absorbing member being characterized in that: the reinforcing fibers have an average fiber length of 1-100 mm; the thermoplastic resin has a fracture elongation of 10% or greater; the fiber-reinforced resin material has a compressive elasticity modulus of 10 GPa or greater and a compressive strength of 150-500 MPa; and in the shock-absorbing part, the length (L1) from the centroid to the outer cylinder part within the cross-sectional shape in the direction orthogonal to the shock absorption direction and the thickness (t1) of the outer cylinder part are such that the maximum value of the ratio (L1/t1) is 40 or less.

(57) 要約: 強化繊維と熱可塑性樹脂とを含有する繊維強化樹脂材料からなり、外筒部と中空部とかなる中空構造の衝撃吸収部を有する樹脂製衝撃吸収部材であつて、前記強化繊維は平均繊維長が1~100mmであり、前記熱可塑性樹脂は破壊伸度が10%以上であり、前記繊維強化樹脂材料は圧縮弾性率が10GPa以上であり、かつ圧縮強度が150~500MPaであり、前記衝撃吸収部は、衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状における重心位置から同一断面における外筒部までの距離L1と、該外筒部の厚みt1との比L1/t1の最大値が40以下であることを特徴とする樹脂製衝撃吸収部材。



ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US,  
UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW.

- (84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW,  
MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユー  
ラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨー  
ロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE,

ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV,  
MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK,  
SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,  
GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告(条約第21条(3))

## 明 細 書

### 発明の名称：樹脂製衝撃吸収部材及び車両用部品

#### 技術分野

[0001] 本発明は、強化纖維と熱可塑性樹脂とを含有する纖維強化樹脂材料からなる樹脂製衝撃吸収部材に関するものであり、より詳しくは特定の平均纖維長を持つ強化纖維と、特定の破壊伸度を持つ熱可塑性樹脂とを含有し、特定の圧縮弾性率及び圧縮強度を持つ纖維強化樹脂材料からなり、衝撃吸収に適した特定形状の中空構造を有する樹脂製衝撃吸収部材に関するものである。

#### 背景技術

[0002] 車両の前方や後方には、衝突時の衝撃が人員に直接的に伝わることを防止するために、例えば、クラッシュボックスやフロントサイドメンバ、リアサイドメンバ等の衝撃吸収部材が設けられることが多い。衝撃吸収部材は従来から金属材料で構成されることが一般的であった。金属製衝撃吸収部材の構造としては、例えば、鋼材をプレス成型し、スポット溶接などにより箱形状に形成され、座屈起点となる凹部を設けた構造を有するものが一般的であった（例えば、特許文献1）。また、軽量化の観点から鋼材に代わりアルミニウムの押し出し材を用いて箱形を形成し、後加工で座屈起点となる凹部を設け、さらに溶接によって他部品との取り付け部を設けた構造を有するものも知られている（例えば、特許文献2）。近年では、燃費向上等を目的として車両の軽量化が望まれており、衝撃吸収部材を樹脂で構成する研究が盛んに行われている（例えば、特許文献3）。樹脂製衝撃吸収部材は、従来の金属材料に代えて軽い樹脂材料が用いられているため、樹脂製衝撃吸収部材の大幅な軽量化を図ることができるという利点を有するものであり、車両構造の更なる軽量化を図る手段として期待されている。

[0003] 樹脂製の衝撃吸収部材においては、安定した衝撃吸収性能を得るために、衝撃吸収部材の構造を、変形に対して衝撃吸収部材が受ける荷重が一定となるように設計することが行われている。例えば、特許文献4には、テーパ角

を持ったテーパ外筒面を有する受け部材と、筒状部材とを摩擦係合可能に嵌合した衝撃吸収部材が開示されている。また、特許文献5には、衝撃吸収方向と直交する方向の断面形状を衝撃吸収方向に向かって変化させる纖維強化樹脂製の衝撃吸収部材が開示されている。さらに、特許文献6には、衝撃入力側の部材厚みよりも反対側の部材厚みを大きくし、かつ、入力部の先端を外周面よりも外側に突出させる、纖維強化樹脂製の衝撃吸収部材が開示されている。しかしながら、これらの各特許文献に開示された衝撃吸収部材は特殊で複雑な構造となることが多く、製造方法が煩雑になったり、用途が限定されたりする場合がある。

[0004] 一方で、衝撃吸収部材の構造の適正化では無く、衝撃吸収部材を構成する樹脂材料の適正化により、安定した衝撃吸収性能を得る研究も行われている。例えば、特許文献7には、強化纖維束の配列密度を衝撃吸収方向の入力側から他方側へ次第に高くなるように配列する、纖維強化樹脂製の衝撃吸収部材が開示されている。しかしながら、この場合も特殊な製造方法が必要となり、製造工程が煩雑になる場合がある。

## 先行技術文献

### 特許文献

[0005] 特許文献1：日本国特開平2－175452号公報

特許文献2：日本国特開2005－001462号公報

特許文献3：日本国特開2005－247096号公報

特許文献4：日本国特開2012－87849号公報

特許文献5：日本国特開2005－195155号公報

特許文献6：日本国特開平6－264949号公報

特許文献7：日本国特開2005－193755号公報

### 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

[0006] 上述したように、樹脂製衝撃吸収部材において安定した衝撃吸収性能を得

るためには、衝撃吸収部材の構造や衝撃吸収部材を構成する樹脂材料が複雑化したり、衝撃吸収部材の製造方法が煩雑になったり、さらには衝撃吸収部材の用途が限定されたりする問題点があった。

本発明はこのような問題点に鑑みてなされたものであり、簡易な構造で安定した衝撃吸収性能を持つ樹脂製衝撃吸収部材を提供することを目的とするものである。

### 課題を解決するための手段

[0007] 上記課題を解決するために、本発明は以下の手段を提供する。

[0008] (1)

強化繊維と熱可塑性樹脂とを含有する繊維強化樹脂材料からなり、外筒部と中空部とからなる中空構造の衝撃吸収部を有する樹脂製衝撃吸収部材であって、

前記強化繊維は平均繊維長が1～100mmであり、前記熱可塑性樹脂は破壊伸度が10%以上であり、前記繊維強化樹脂材料は圧縮弾性率が10GPa以上であり、かつ圧縮強度が150～500MPaであり、

前記衝撃吸収部は、衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状における重心位置から同一断面における外筒部までの距離L1と、該外筒部の厚みt1との比L1/t1の最大値が40以下であることを特徴とする樹脂製衝撃吸収部材。

(2)

前記衝撃吸収部の衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状が多角形であり、かつ該多角形の各辺における辺長L2と該辺を構成する前記外筒部の平均厚みt2との比L2/t2の最大値が40以下である、(1)に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

(3)

前記衝撃吸収部が、フランジ部を持つハット型が組み合わされてなる、(1)又は(2)に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

(4)

前記衝撃吸収部の衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状が、衝撃吸収方向全域に渡って一様な形状である、(1)～(3)のいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

(5)

前記衝撃吸収部が单一の纖維強化樹脂材料からなる、(1)～(4)のいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

(6)

前記衝撃吸収部が、前記纖維強化樹脂材料からなり、かつ厚みが略一定の衝撃吸収性基材から構成されており、

前記衝撃吸収性基材は、衝撃吸収方向において圧縮強度が異なる複数の熱可塑性樹脂基材が結合されてなる(1)～(4)のいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

(7)

前記衝撃吸収性基材において、前記複数の熱可塑性樹脂基材が衝撃を受ける先端側から後端側へ向かって圧縮強度が高くなる順に配置されている、(6)に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

(8)

前記複数の熱可塑性樹脂基材が、前記強化纖維の体積含有率が互いに異なることにより、圧縮強度が異なる、(6)又は(7)に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

(9)

前記衝撃吸収性基材は、隣接する熱可塑性樹脂基材がその境界において厚み方向の存在割合が連続的に変化するように結合されている、(6)～(8)のいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

(10)

前記衝撃吸収部が、フランジ部を有し、前記纖維強化樹脂材料からなる複数の樹脂成形品が、前記フランジ部が相互に接することによって境界部を形成するように組み合わされたものであり、

さらに前記境界部を覆うように形成された樹脂材料からなる衝撃吸収補助部を有する、(1)～(5)までのいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

(11)

前記衝撃吸収補助部は、前記衝撃吸収部の衝撃吸収方向に対して垂直方向における断面積が、前記衝撃吸収方向において異なっている、(10)に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

(12)

前記衝撃吸収補助部は、前記断面積が前記衝撃吸収方向に沿って大きくなるように形成されている(11)に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

(13)

前記境界部が、少なくとも一部において、前記境界部の端面と前記衝撃吸収補助部の内面との間に空間を有するように、前記衝撃吸収補助部によって覆われている、(10)～(12)のいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

(14)

前記境界部を形成する前記フランジ部が相互に接合されている、(10)～(13)のいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

(15)

(1)～(14)のいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材から構成される車両用部品。

## 発明の効果

[0009] 本発明の樹脂製衝撃吸収部材は、簡易な構造で安定した衝撃吸収性能を發揮させることができる。また、本発明の樹脂製衝撃吸収部材は簡易な構造であるため、複雑な製造工程を用いることなく製造することができる。さらに、本発明の樹脂製衝撃吸収部材は、様々な用途に使用できる。

## 図面の簡単な説明

[0010] [図1]本発明の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の一例（真円形型）を

示す概略図である。

[図2]本発明の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の一例（楕円形型）を示す概略図である。

[図3]本発明の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の一例（四角形型）を示す概略図である。

[図4]本発明の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の一例（六角形型）を示す概略図である。

[図5]本発明の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の一例（円形+多角形複合型）を示す概略図である。

[図6]本発明の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の一例（フランジ付六角形型）を示す概略図である。

[図7]図6に例示した衝撃吸収部の衝撃吸収方向に直交する方向の断面図（L1、t1の説明）を示す概略図である。

[図8]図6に例示した衝撃吸収部の衝撃吸収方向に直交する方向の断面図（L2、t2の説明）を示す概略図である。

[図9]実施例1の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の概略図である。

[図10]実施例2の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の概略図である。

[図11]実施例3の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の概略図である。

[図12]衝撃荷重F-変位S曲線の概念図（不安定な衝撃吸収の例）である。

[図13]衝撃荷重F-変位S曲線の概念図（安定した衝撃吸収の例）である。

[図14]本発明の樹脂製衝撃吸収部材の一例を示す概略図である。

[図15]本発明における熱可塑性樹脂基材の結合態様の一例を示す概略図である。

[図16]本発明における衝撃吸収性基材において熱可塑性樹脂基材が配置されている態様の一例を示す概略図である。

[図17]本発明における熱可塑性樹脂基材の結合態様の他の例を示す概略図である。

[図18]衝撃吸収部が板状である場合の一例を示す概略図である。

[図19]本発明における衝撃吸収部が筒状である場合の一例を示す概略図である。

[図20]本発明の樹脂製衝撃吸収部材の他の例を示す概略図である。

[図21]本発明の樹脂製衝撃吸収部材の他の例を示す概略図である。

[図22]本発明の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の概略図である。

[図23]本発明の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の一例を示す概略図である。

[図24]本発明の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の他の例を示す概略図である。

[図25]本発明の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の他の例を示す概略図である。

[図26]本発明の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の他の例を示す概略図である。

[図27]本発明の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の他の例を示す概略図である。

[図28]本発明の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の他の例を示す概略図である。

[図29]本発明の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の他の例を示す概略図である。

[図30]本発明の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の他の例を示す概略図である。

[図31]本発明の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の他の例を示す概略図である。

[図32]本発明の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の他の例を示す概略図である。

[図33]本発明における衝撃吸収部の一例の寸法を説明する説明図である。

[図34]本発明における衝撃吸収部の一例を示す概略図である。

[図35]本発明における衝撃吸収部の一例を示す概略図である。

[図36]荷重一変位曲線の一例を示すグラフである。

[図37]荷重一変位曲線の他の例を示すグラフである。

### 発明を実施するための形態

- [0011] 本発明の樹脂製衝撃吸収部材は、強化纖維と熱可塑性樹脂とを含有する纖維強化樹脂材料からなり、外筒部と中空部とからなる中空構造の衝撃吸収部を有するものであって、前記強化纖維は平均纖維長が1～100mmであり、前記熱可塑性樹脂は破壊伸度が10%以上であり、前記纖維強化樹脂材料は圧縮弾性率が10GPa以上であり、かつ圧縮強度が150～500MPaであり、前記衝撃吸収部は衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状における重心位置から同一断面における外筒部までの距離L<sub>1</sub>と、該外筒部の厚みt<sub>1</sub>との比L<sub>1</sub>/t<sub>1</sub>の最大値が40以下であることを特徴とするものである。
- [0012] 本発明の樹脂製衝撃吸収部材は、樹脂製衝撃吸収部材の一端に入力された衝撃エネルギーを衝撃吸収部で吸収することにより、他端側への衝撃を抑制するために使用されるものである。また、本発明の樹脂製衝撃吸収部材は、所謂、軸圧縮方向に対する衝撃吸収を想定したものであり、衝撃吸収部の中空構造の貫通方向と同軸方向に受ける衝撃を吸収させるために用いるものである。以下、この「衝撃吸収部の中空構造の貫通方向と同軸方向」を「衝撃吸収方向」という。
- [0013] 本発明の樹脂製衝撃吸収部材の一端から入力された衝撃エネルギーは衝撃吸収部で吸収されるが、その衝撃吸収機構は、衝撃吸収方向の衝撃吸収部の圧壊現象を利用したものである。すなわち、通常、衝撃吸収部に衝撃が加わると、図12に例示するように、衝撃荷重Fを吸収しながら、圧壊現象により変位Sが生じ、この衝撃荷重F－変位S曲線に囲まれた面積が吸収された衝撃エネルギー量となる。圧壊現象は衝撃吸収方向の圧縮破壊と、それに伴い発生する座屈現象からなるものであるが、座屈現象により、図12に示すように、初期衝撃荷重以降に加わる荷重は初期衝撃荷重よりも低くなるため、所望の衝撃吸収を達成するためには変位が大きくなってしまう。変位が大

きくなると、その分、衝撃吸収部も大きくする必要があるため好ましくない。また、衝撃吸収時の衝撃荷重が大きいと、衝突時に人員が受ける衝撃が大きくなるため好ましくない。よって、衝撃吸収部は図13に例示するように、最大衝撃荷重及び変位が小さくなるように、変位に対して衝撃荷重が一定となるように設計することが好ましい。

[0014] 本発明でいう「安定した衝撃吸収性能」とは、この図13に例示するような現象を示すものであり、本発明は、衝撃吸収部を複雑な構造にすることなく、簡易な構造で安定した衝撃吸収性能を示す樹脂製衝撃吸収部材を提供することを主目的とする。

[0015] 上述したような安定した衝撃吸収性能を得るためにには、圧壊現象時に生じる座屈現象のピッチ（以下、「座屈ピッチ」という。）を小さくすることが必要である。座屈ピッチが大きい場合、座屈に伴って衝撃荷重が急激に低下してしまうために、所望の衝撃エネルギー量の吸収に要する変位が大きくなってしまう。そのため、安定した衝撃吸収性能を得るためにには、小さい座屈ピッチを繰り返し、衝撃荷重の急低下が発生しないような設計が必要である。本発明の樹脂製衝撃吸収部材は、上述した特定の纖維強化樹脂材料からなり、かつ特定の中空構造を有する衝撃吸収部を用いることで、座屈ピッチを小さくすることを実現し、これによって安定した衝撃吸収性能を実現するものである。

#### [0016] [衝撃吸収部]

本発明における衝撃吸収部は、強化纖維と熱可塑性樹脂とを含有する纖維強化樹脂材料からなり、外筒部と中空部とからなる中空構造を有するものであり、衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状における重心位置から同一断面における外筒部までの距離 $L_1$ と、該外筒部の厚み $t_1$ との比 $L_1/t_1$ の最大値が4.0以下であるものである。ここで、上記中空部とは、上記外筒部内の空間を指すものである。また、本発明に用いられる衝撃吸収部は、上記強化纖維の平均纖維長が1～100mmであり、上記熱可塑性樹脂の破壊伸度が10%以上であり、上記纖維強化樹脂材料の圧縮弾性率が10GPa

以上であり、かつ圧縮強度が150～500MPaであるものである。以下、このような本発明に用いられる衝撃吸収部について説明する。なお、衝撃吸収部に用いられる繊維強化樹脂材料については、後述する。

[0017] 本発明に用いられる衝撃吸収部について図面を参照しながら説明する。図1は本発明の樹脂製衝撃吸収部材を構成する衝撃吸収部1の代表的な例を示す概略図である。図1に例示するように本発明に用いられる衝撃吸収部1は、外筒部2と中空部3から構成されるものである。また、図1中の点線矢印Xは、衝撃吸収部1の衝撃吸収方向を示すものである。

[0018] 図1では、本発明における衝撃吸収部の例として、衝撃吸収方向に対して垂直方向の断面形状が真円形型である例を示したが、本発明における衝撃吸収部はこのような形状のものに限定されるものではなく、上記断面形状をあらゆる形状にすることができる。このため、例えば、上記断面形状が橜円型（例えば、図2）、四角形型（例えば、図3）、又は六角形（例えば、図4）等の多角形であってもよく、或いは当該断面形状が円形型と多角形型を組み合わせた形状（例えば、図5）であってもよい。また、本発明における衝撃吸収部は、図6に例示するようなフランジ部を持つハット型を組み合せたものでもよい。なお、図2から図6における符号は、図1と同様である。

[0019] 本発明の樹脂製衝撃吸収部材を構成する衝撃吸収部は、衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状における重心位置から同一断面における外筒部までの距離L1と、該外筒部の厚みt1との比L1/t1の最大値が40以下である。この点について図を参照しながら説明する。図7は、図6に例示した衝撃吸収部を例として、衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状における上記「重心位置から同一断面における外筒部までの距離L1」、及び上記「該外筒部の厚みt1」を説明する説明図である。図7に図説するように、上記「該外筒部の厚みt1」とは衝撃吸収方向に直交する任意の断面4における任意の点5の外筒部の厚みである。また、上記「重心位置から同一断面における外筒部までの距離L1」とは、任意の断面4における重心位置6から、任意の点5までの距離である。なお、任意の点5は厚み方向の中間点である。

[0020] 上記  $L_1 / t_1$  は、上記「重心位置から同一断面における外筒部までの距離  $L_1$ 」を上記「該外筒部の厚み  $t_1$ 」で除した値であり、 $L_1$  と  $t_1$  は同一単位系とする。この  $L_1 / t_1$  は衝撃吸収部の形状剛性を示す値であり、その値が小さいほど圧縮荷重に対する形状剛性が大きいことを示す。本発明における衝撃吸収部は、この  $L_1 / t_1$  の最大値が 40 以下である。 $L_1 / t_1$  の最大値が 40 を超えると、衝撃吸収部の形状剛性が小さくなり、座屈ピッチが大きくなるために衝撃荷重の急低下が起こってしまう。 $L_1 / t_1$  の最大値のより好ましい範囲は 30 以下であり、さらに好ましい範囲は 20 以下である。ここで、 $L_1 / t_1$  の最大値とは、本発明における衝撃吸収部の衝撃吸収方向に直交する方向の任意断面における外筒部において各点ごとに算出した  $L_1 / t_1$  の値のうち最も大きな値である。断面形状が衝撃吸収方向全域あるいは一部に渡って変化する形状の場合は、各断面にて  $L_1 / t_1$  の最大値を算出し、その最大値を  $L_1 / t_1$  の最大値とする。

樹脂製衝撃吸収部材を製造する観点から、衝撃吸収部の  $L_1 / t_1$  の最大値は 10 以上であることが好ましく、15 以上であることがより好ましい。これにより、衝撃が加わった際に外筒部全体が曲がり、座屈することを効果的に抑制できるからである。

[0021] なお、上記  $L_1$  及び  $t_1$  の各値は上記  $L_1 / t_1$  の最大値を 40 以下にできる範囲内であれば特に限定されるものではなく、本発明の樹脂製衝撃吸収部材の用途等に応じて適宜調整することができる。

[0022] 本発明の樹脂製衝撃吸収部材を構成する衝撃吸収部は、衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状が多角形であり、かつ該多角形の各辺における辺長  $L_2$  と該辺を構成する前記外筒部の平均厚み  $t_2$  との比  $L_2 / t_2$  の最大値が 40 以下であることが好ましい。前述したように、本発明の衝撃吸収部の断面形状は特に限定されるものではなく、円形型でも多角形型の何れでもよいが、例えば、車両用の衝撃吸収部材は周辺の部品との接合性、配置等の観点から多角形型とされることが多い。また、特に角数が多い多角形型の衝撃吸収部材は、円形型よりも座屈ピッチが小さくなる傾向となり、衝撃吸収性能

の観点からも、本発明の衝撃吸収部の断面形状は多角形型であり、さらには角数が多い多角形型であることが好ましい。多角形型の場合、本発明の衝撃吸収部の、衝撃吸収方向に直交する方向の多角形断面の、各辺における辺長 $L_2$ と該辺を構成する外筒部の平均厚み $t_2$ との比 $L_2/t_2$ の最大値は40以下であることが好ましい。

[0023] この点について図を参照しながら説明する。図8は、図6に例示した衝撃吸収部を例として、衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状における上記「各辺における辺長 $L_2$ 」、及び上記「該辺を構成する外筒部の平均厚み $t_2$ 」について説明する説明図である。図8に図説するように、上記「各辺における辺長 $L_2$ 」とは、衝撃吸収方向に直交する、任意の断面4における、外筒部の任意の辺7の長さである。また、上記「該辺を構成する外筒部の平均厚み $t_2$ 」とは、任意の辺7を構成する外筒部の平均厚みである。

[0024] 上記 $L_2/t_2$ は、上記「各辺における辺長 $L_2$ 」を上記「該辺を構成する外筒部の平均厚み $t_2$ 」で除した値であり、 $L_2$ と $t_2$ は同一単位系とする。なお、辺の端点が曲部となっている場合の辺長 $L_2$ は、曲部が無いと仮定した場合に隣接する辺と交わる点を端点としたときの辺長とする。 $L_2/t_2$ の最大値とは、任意の断面の外筒部において各辺について算出した $L_2/t_2$ の値のうち最も大きな値である。断面形状が衝撃吸収方向に渡って変化する形状の場合は、各断面にて $L_2/t_2$ の最大値を算出し、その最大値を $L_2/t_2$ の最大値とする。 $L_2/t_2$ は、多角形型衝撃吸収部の外筒部を構成する面の形状剛性を示す値であり、その値が小さいほど形状剛性が大きいことを示すものである。本発明における $L_2/t_2$ の最大値は40以下であることが好ましい。 $L_2/t_2$ の最大値が40を超えると、多角形型衝撃吸収部の外筒部を構成する面の形状剛性が小さくなり、座屈ピッチが大きくなるために、衝撃荷重の急低下が起こってしまう場合があるからである。 $L_2/t_2$ の最大値のより好ましい範囲は35以下であり、さらに好ましい範囲は30以下である。

なお、 $t_2$ の平均厚みは各辺を構成する外筒部の厚みの平均であり、該辺

が複数の厚みを有する場合は、長さによらず、複数の厚みの平均値とする。平均値は、例えば、各辺の両端と中央の3箇所の測定値を平均することによって求めることができる。

上記  $L_2 / t_2$  の最大値は 15 以上であることが好ましく、20 以上であることがより好ましい。これにより、衝撃が加わった際に外筒部全体が曲がり、座屈することを効果的に抑制できるからである。

[0025] なお、上記  $L_2$  及び  $t_2$  の各値については、該衝撃吸収部の  $L_2 / t_2$  の最大値が 40 以下となる範囲内であることが好ましいが、本発明の樹脂製衝撃吸収部材の用途等に応じて適宜調整することができる。

[0026] 本発明の樹脂製衝撃吸収部材を構成する衝撃吸収部は、衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状が、衝撃吸収方向全域に渡って一様な形状であることが好ましい。なお、断面形状が「衝撃吸収方向全域に渡って一様である」とは、衝撃吸収部の、衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状が、どの断面も同一形状であるということである。安定した衝撃吸収性能を得るために、特許文献 6 のように外筒部の厚みを衝撃吸収方向に渡って変化させることも行われるが、外筒部の厚みを変化させる場合、樹脂材料を金型に配置する工程が煩雑になる等の問題が生じことがある。本発明に用いられる衝撃吸収部は、前述した手段により、衝撃吸収部の衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状が、衝撃吸収方向に渡って一様な形状であっても安定した衝撃吸収性能を得ることができる。

[0027] 本発明の樹脂製衝撃吸収部を構成する衝撃吸収部は、单一の纖維強化樹脂材料からなることが好ましい。ここでいう「单一の纖維強化樹脂材料」とは、複数種の纖維強化樹脂材料を使用したり、あるいは使用する纖維強化樹脂材料が一種であっても、その纖維配向を衝撃吸収部の部位毎に意図的に変化させたりせずに、任意の一種の纖維強化樹脂材料からなり、かつ纖維配向を衝撃吸収部の部位毎に意図的に変化させないことを意味する。安定した衝撃吸収性能を得るために、複数種の纖維強化樹脂材料を使用したり、あるいは使用する纖維強化樹脂材料が一種であっても、その纖維配向を衝撲吸収部の

部位毎に意図的に変化させたりすることが行われるが、製造工程が煩雑になつたり、材料の境界部分の圧縮強度及び耐座屈強度が弱くなつたりすることがある。本発明の樹脂製衝撃吸収部材は、前述した手段により、衝撃吸収部が単一の繊維強化樹脂材料からなるものであっても、安定した衝撃吸収性能を得ることができる。

- [0028] 本発明における衝撃吸収部は、外筒部の断面形状が衝撃吸収方向全域に渡って、同一であつてもよく又は異なつてもよいが、同一であることにより本発明の樹脂製衝撃吸収部材の製造工程を簡易にすることができるという利点がある。なお、上記断面形状が衝撃吸収方向において異なつている態様としては、例えば、断面形状を衝撃吸収方向に渡って連続的に変化させたり、衝撃吸収部に補強用のリブ等を設置する態様を挙げることできる。このように、断面形状に変化を持たせる場合は、製造工程が複雑にならない範囲とすることが望ましい。
- [0029] なお、本発明における衝撃吸収部の高さ、幅、及び中空部の断面積等、衝撃吸収部の具体的な大きさ等については、上記  $L_1 / t_1$  を上記範囲内にできる範囲であれば特に限定されるものではなく、本発明の樹脂製衝撃吸収部材の用途等に応じて適宜決定することができる。

[0030] [繊維強化樹脂材料]

次に、本発明に用いられる繊維強化樹脂材料について説明する。本発明に用いられる繊維強化樹脂材料は、所望の衝撃吸収性能を得るために、少なくとも強化繊維と熱可塑性樹脂とを含有するものである。より具体的には、本発明に用いられる繊維強化樹脂材料は、強化繊維と熱可塑性樹脂とを含有するものであり、上記強化繊維は平均繊維長が  $1 \sim 100 \text{ mm}$  であり、上記熱可塑性樹脂は破壊伸度が  $10\%$  以上であり、上記繊維強化樹脂材料は圧縮弾性率が  $10 \text{ GPa}$  以上であり、かつ圧縮強度が  $150 \sim 500 \text{ MPa}$  である。

[0031] (強化繊維)

上記強化繊維の種類は、熱可塑性樹脂の種類や衝撃吸収部に付与する衝撃

吸収特性の程度に応じて適宜選択することができるものであり、特に限定されるものではない。このため、本発明に用いられる強化纖維としては無機纖維又は有機纖維のいずれであっても好適に用いることができる。

- [0032] 上記無機纖維としては、例えば、炭素纖維、活性炭纖維、黒鉛纖維、ガラス纖維、タングステンカーバイド纖維、シリコンカーバイド纖維（炭化ケイ素纖維）、セラミックス纖維、アルミナ纖維、天然纖維、玄武岩などの鉱物纖維、ボロン纖維、窒化ホウ素纖維、炭化ホウ素纖維、及び金属纖維等を挙げることができる。上記金属纖維としては、例えば、アルミニウム纖維、銅纖維、黄銅纖維、ステンレス纖維、スチール纖維を挙げることができる。上記ガラス纖維としては、Eガラス、Cガラス、Sガラス、Dガラス、Tガラス、石英ガラス纖維、ホウケイ酸ガラス纖維等からなるものを挙げができる。
- [0033] 上記有機纖維としては、例えば、ポリベンザゾール、アラミド、PBO（ポリパラフェニレンベンズオキサゾール）、ポリフェニレンスルフィド、ポリエステル、アクリル、ポリアミド、ポリオレフィン、ポリビニルアルコール、ポリアリレート等の樹脂材料からなる纖維を挙げることができる。
- [0034] 本発明に用いられる強化纖維は1種類であってもよく、又は2種類以上であってもよい。本発明において2種類以上の強化纖維を用いる場合は、複数種の無機纖維を併用してもよく、複数種の有機纖維を併用してもよく、無機纖維と有機纖維とを併用してもよい。複数種の無機纖維を併用する態様としては、例えば、炭素纖維と金属纖維とを併用する態様、炭素纖維とガラス纖維を併用する態様等を挙げができる。一方、複数種の有機纖維を併用する態様としては、例えば、アラミド纖維と他の有機材料からなる纖維とを併用する態様等を挙げができる。さらに、無機纖維と有機纖維を併用する態様としては、例えば、炭素纖維とアラミド纖維とを併用する態様を挙げができる。
- [0035] 本発明においては、上記強化纖維として炭素纖維を用いることが好ましい。炭素纖維は、軽量でありながら強度に優れた纖維強化樹脂材料を得ること

ができるからである。上記炭素繊維としては、一般的にポリアクリロニトリル（PAN）系炭素繊維、石油・石炭ピッチ系炭素繊維、レーヨン系炭素繊維、セルロース系炭素繊維、リグニン系炭素繊維、フェノール系炭素繊維、気相成長系炭素繊維などが知られているが、本発明においてはこれらのいずれの炭素繊維であっても好適に用いることができる。

[0036] 本発明に用いられる強化繊維は、表面にサイジング剤が付着しているものであってもよい。サイジング剤が付着している強化繊維を用いる場合、当該サイジング剤の種類は、強化繊維及び熱可塑性樹脂の種類に応じて適宜選択することができるものであり、特に限定されるものではない。

[0037] 本発明に用いられる強化繊維の平均繊維長は1～100mmである。平均繊維長が1mm未満の場合、繊維強化樹脂材料の圧縮強度が所望の範囲よりも不足することがあり、衝撃吸収時の衝撃吸収部の変位が大きくなってしまうことがある。また、平均繊維長が100mmを超える場合、繊維強化樹脂材料の圧縮強度が所望の範囲よりも大きくなり過ぎて、初期の衝撃荷重が大きくなったり、繊維長が長過ぎることにより、座屈ピッチが大きくなり過ぎて、衝撃荷重の急低下を招いたりすることがある。本発明に用いられる強化繊維の平均繊維長は上記範囲内であれば特に限定されるものではないが、より好ましい範囲は5～75mmであり、さらに好ましい範囲は10～50mmである。ここで、強化繊維の平均繊維長（La）は、例えば、繊維強化樹脂材料から無作為に抽出した100本の繊維の繊維長（Li）を、ノギス等を用いて1mm単位まで測定し、下記式に基づいて求めることができる。繊維強化樹脂材料からの強化繊維の抽出は、例えば、繊維強化樹脂材料に対し、500°C×1時間程度の加熱処理を施し、炉内にて樹脂を除去することによって行うことができる。

$$L_a = \sum L_i / 100$$

[0038] 本発明における平均繊維長の測定は、数平均繊維長であっても、重量平均繊維長であっても良いが、繊維長の長いものを重視するように計算した重量平均繊維長で測定することが好ましい。個々の炭素繊維の繊維長をLi、測

定本数を  $j$  とすると、数平均纖維長 ( $L_n$ ) と重量平均纖維長 ( $L_w$ ) とは、以下の式 (1), (2) により求められる。

$$L_n = \sum L_i / j \quad \dots \quad (1)$$

$$L_w = (\sum L_i^2) / (\sum L_i) \quad \dots \quad (2)$$

なお、後述するロータリーカッターで切断した場合など、纖維長が一定長の場合は数平均纖維長と重量平均纖維長は同じ値になる。

[0039] 本発明に用いられる強化纖維の平均纖維径は、強化纖維の種類等に応じて適宜決定すればよく、特に限定されるものではない。例えば、強化纖維として炭素纖維が用いられる場合、平均纖維径は、通常、 $3 \mu m \sim 50 \mu m$  の範囲内であることが好ましく、 $4 \mu m \sim 12 \mu m$  の範囲内であることがより好ましく、 $5 \mu m \sim 8 \mu m$  の範囲内であることがさらに好ましい。一方、強化纖維としてガラス纖維を用いる場合、平均纖維径は、通常、 $3 \mu m \sim 30 \mu m$  の範囲内であることが好ましい。ここで、上記平均纖維径は、強化纖維の単糸の直径を指すものとする。したがって、強化纖維が纖維束状である場合は、纖維束の径ではなく、纖維束を構成する強化纖維（単糸）の直径を指すことになる。強化纖維の平均纖維径は、例えば、JIS R 7607:2000 に記載された方法によって測定することができる。

[0040] 本発明に用いられる強化纖維は、その種類に関わらず単糸からなる単糸状であってもよく、複数の単糸からなる纖維束状であってもよい。また、本発明に用いられる強化纖維は、単糸状のもののみであってもよく、纖維束状のもののみであってもよく、両者が混在していてもよい。纖維束状のものを用いる場合、各纖維束を構成する単糸の数は、各纖維束においてほぼ均一であってもよく、あるいは異なっていてもよい。本発明に用いられる強化纖維が纖維束状である場合、各纖維束を構成する単糸の数は特に限定されるものではないが、通常、 $1000\text{本} \sim 10\text{万本}$  の範囲内とされる。

[0041] 一般的に、炭素纖維は、数千～数万本のフィラメント（単糸）が集合した纖維束状となっている。強化纖維として炭素纖維を用いる場合に、炭素纖維をこのまま使用すると、纖維束の交絡部が局部的に厚くなり薄肉の纖維強化

材料を得ることが困難になる場合がある。このため、強化纖維として炭素纖維を用いる場合は、纖維束を拡幅したり、又は開纖したりして使用するのが通常である。

[0042] 炭素纖維束を開纖して用いる場合、開纖後の炭素纖維束の開纖程度は特に限定されるものではないが、纖維束の開纖程度を制御し、特定本数以上の炭素纖維からなる炭素纖維束と、それ未満の炭素纖維（単糸）又は炭素纖維束を含むことが好ましい。この場合、具体的には、下記式（1）で定義される臨界単糸数以上で構成される炭素纖維束（A）と、それ以外の開纖された炭素纖維、すなわち単糸の状態または臨界単糸数未満で構成される纖維束とかなることが好ましい。

$$\text{臨界単糸数} = 600 / D \quad (1)$$

（ここでDは炭素纖維の平均纖維径（ $\mu\text{m}$ ）である）

[0043] さらに、本発明においては、纖維強化樹脂材料中の炭素纖維全量に対する炭素纖維束（A）の割合が0V o 1%超99V o 1%未満であることが好ましく、20V o 1%以上99V o 1%未満であることがより好ましく、30V o 1%以上95V o 1%未満であることがさらに好ましく、50V o 1%以上90V o 1%未満であることが最も好ましい。このように特定本数以上の炭素纖維からなる炭素纖維束と、それ以外の開纖された炭素纖維又は炭素纖維束を特定の比率で共存させることで、纖維強化樹脂材料中の炭素纖維の存在量、すなわち纖維体積含有率（V<sub>f</sub>）を高めることが可能となるからである。

[0044] 炭素纖維の開纖程度は、纖維束の開纖条件を調整することにより目的の範囲内とすることができます。例えば、纖維束に空気を吹き付けて纖維束を開纖する場合は、纖維束に吹き付ける空気の圧力等をコントロールすることにより開纖程度を調整することができる。この場合、空気の圧力を強くすることにより、開纖程度が高く（各纖維束を構成する単糸数が少なく）なり、空気の圧力を弱くすることより開纖程度が低く（各纖維束を構成する単糸数が多く）なる傾向がある。

[0045] 本発明において強化繊維として炭素繊維を用いる場合、炭素繊維束（A）中の平均繊維数（N）は本発明の目的を損なわない範囲で適宜決定することができるものであり、特に限定されるものではない。炭素繊維の場合、上記Nは通常 $1 < N < 1\,200\,000$ の範囲内でとされるが、下記式（2）を満たすことがより好ましい。

$$0.6 \times 10^4 / D^2 < N < 1 \times 10^5 / D^2 \quad (2)$$

（ここでDは炭素繊維の平均繊維径（μm）である）

[0046] （熱可塑性樹脂）

次に本発明に用いられる熱可塑性樹脂について説明する。本発明に用いられる熱可塑性樹脂の破壊伸度は10%以上である。本発明の衝撃吸収部材を構成する衝撃吸収部は、小さい座屈ピッチにより圧壊されることで、安定した衝撃吸収性能を得ることができるが、衝撃吸収部を構成する繊維強化樹脂材料中の熱可塑性樹脂の破壊伸度が10%未満の場合、衝撃吸収部の圧壊が脆性的な破壊モードとなってしまい、圧壊が不安定となったり、座屈ピッチが大きくなったりするために、衝撃荷重の急低下が起こる可能性がある。本発明に用いられる熱可塑性樹脂の破壊伸度のより好ましい範囲は30%以上であり、さらに好ましい範囲は50%以上である。熱可塑性樹脂の破壊伸度とは、引張試験時の破壊伸度のことであり、例えば、JIS K 7162：1994に記載された方法によって測定することができる。

[0047] 本発明に用いられる熱可塑性樹脂としては、破壊伸度が上述した範囲内のものであれば特に限定されるものではない。本発明に用いられる熱可塑性樹脂は、通常、軟化点が180°C～350°Cの範囲内のものが用いられるが、これに限定されるものではない。

[0048] 本発明に用いられる熱可塑性樹脂としては、例えば、ポリオレフィン樹脂、ポリスチレン樹脂、熱可塑性ポリアミド樹脂、ポリエステル樹脂、ポリアセタール樹脂（ポリオキシメチレン樹脂）、ポリカーボネート樹脂、（メタ）アクリル樹脂、ポリアリレート樹脂、ポリフェニレンエーテル樹脂、ポリイミド樹脂、ポリエーテルニトリル樹脂、フェノキシ樹脂、ポリフェニレン

スルフィド樹脂、ポリスルホン樹脂、ポリケトン樹脂、ポリエーテルケトン樹脂、熱可塑性ウレタン樹脂、フッ素系樹脂、熱可塑性ポリベンゾイミダゾール樹脂等を挙げることができる。

[0049] 上記ポリオレフィン樹脂としては、例えば、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリブタジエン樹脂、ポリメチルペンテン樹脂、塩化ビニル樹脂、塩化ビニリデン樹脂、酢酸ビニル樹脂、ポリビニルアルコール樹脂等を挙げることができる。

[0050] 上記ポリスチレン樹脂としては、例えば、ポリスチレン樹脂、アクリロニトリルースチレン樹脂（A S樹脂）、アクリロニトリルーブタジエンースチレン樹脂（A B S樹脂）等を挙げることができる。

上記ポリアミド樹脂としては、例えば、ポリアミド6樹脂（ナイロン6）、ポリアミド11樹脂（ナイロン11）、ポリアミド12樹脂（ナイロン12）、ポリアミド46樹脂（ナイロン46）、ポリアミド66樹脂（ナイロン66）、ポリアミド610樹脂（ナイロン610）等を挙げができる。

上記ポリエステル樹脂としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート樹脂、ポリエチレンナフタレート樹脂、ボリブチレンテレフタレート樹脂、ポリトリメチレンテレフタレート樹脂、液晶ポリエステル等を挙げができる。

上記（メタ）アクリル樹脂としては、例えば、ポリメチルメタクリートを挙げができる。

上記ポリフェニレンエーテル樹脂としては、例えば、変性ポリフェニレンエーテル等を挙げができる。

上記ポリイミド樹脂としては、例えば、熱可塑性ポリイミド、ポリアミドイミド樹脂、ポリエーテルイミド樹脂等を挙げができる。

上記ポリスルホン樹脂としては、例えば、変性ポリスルホン樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂等を挙げができる。

上記ポリエーテルケトン樹脂としては、例えば、ポリエーテルケトン樹脂

、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリエーテルケトンケトン樹脂を挙げることができる。

上記フッ素系樹脂としては、例えば、ポリテトラフルオロエチレン等を挙げることができる。

[0051] 本発明に用いられる熱可塑性樹脂は1種類のみであってもよく、2種類以上であってもよい。2種類以上の熱可塑性樹脂を併用する態様としては、例えば、相互に軟化点又は融点が異なる熱可塑性樹脂を併用する態様や、相互に平均分子量が異なる熱可塑性樹脂を併用する態様等を挙げることができが、この限りではない。

[0052] (繊維強化樹脂材料)

本発明に用いられる繊維強化樹脂材料は、圧縮弾性率が10GPa以上である。繊維強化樹脂材料の圧縮弾性率が10GPa未満の場合、衝撃吸収部を構成する外筒部の形状剛性が不足し、座屈ピッチが大きくなるために、衝撃荷重の急低下が起こる可能性がある。圧縮弾性率のより好ましい範囲は15GPa以上であり、さらに好ましい範囲は20GPa以上である。本発明に用いられる繊維強化樹脂材料の圧縮弾性率を上記範囲内にするには、例えば、繊維強化樹脂材料中の強化繊維の含有率を調整したり、繊維長を調整したり、また、強化繊維及び熱可塑性樹脂の少なくとも1種の種類を変更する等の方法により達成される。より具体的には、強化繊維の含有率を上げる、繊維長を長くする、また、より圧縮弾性率の大きい強化繊維及び熱可塑性樹脂の少なくとも1種を用いることで、圧縮弾性率を大きくすることができる。また、これらの逆の調整をすれば圧縮弾性率を小さくすることができる。

[0053] また、本発明に用いられる繊維強化樹脂材料は、圧縮強度が150～500MPaである。繊維強化樹脂材料の圧縮強度が150MPa未満の場合、所望の衝撃エネルギーを吸収するために必要な変位が大きくなってしまうことがある。一方、圧縮強度が500MPaを超える場合、初期の衝撃荷重が大きくなり過ぎることがある。圧縮強度のより好ましい範囲は200～450MPaであり、さらに好ましい範囲は250～400MPaである。本発

明に用いられる纖維強化樹脂材料の圧縮強度を上記範囲内にするには、例えば、纖維強化樹脂材料中の強化纖維の含有率を調整したり、纖維長を調整したり、また、強化纖維及び熱可塑性樹脂の少なくとも1種の種類を変更する等の方法により達成される。より具体的には、強化纖維の含有率を上げる、纖維長を長くする、また、より圧縮強度の大きい強化纖維及び熱可塑性樹脂の少なくとも1種を用いることで、圧縮強度を大きくすることができる。また、これらの逆の調整をすれば圧縮強度を小さくすることができる。

[0054] なお、纖維強化樹脂材料の圧縮弾性率及び圧縮強度は、例えば、JIS K 7076：1991に記載された方法によって測定することができる。

[0055] 上述したように、本発明に用いられる纖維強化樹脂材料は少なくとも強化纖維と熱可塑性樹脂とを含むものであるが、本発明の目的を損なわない範囲内であれば、必要に応じて各種添加剤を含んでもよい。上記各種添加剤は、纖維強化樹脂材料の用途等に応じて、纖維強化樹脂材料に所望の機能又は性質等を付与できるものであれば特に限定されるものではない。本発明に用いられる各種添加剤としては、例えば、溶融粘度低下剤、帯電防止剤、顔料、軟化剤、可塑剤、界面活性剤、導電性粒子、フィラー、カーボンブラック、カップリング剤、発泡剤、滑剤、腐食防止剤、結晶核剤、結晶化促進剤、離型剤、安定剤、紫外線吸収剤、着色剤、着色防止剤、酸化防止剤、難燃剤、難燃助剤、滴下防止剤、滑剤、蛍光増白剤、蓄光顔料、蛍光染料、流動改質剤、無機および有機の抗菌剤、防虫剤、光触媒系防汚剤、赤外線吸収剤、フォトクロミック剤等を挙げることができる。

[0056] また、本発明に用いられる纖維強化樹脂材料には、上記各種添加剤として、纖維長が短い短纖維が含まれていてもよい。ここで用いられる短纖維とは、上述した強化纖維よりも平均纖維長（重量平均纖維長、数平均纖維長）が短いこと以外は、上述した強化纖維と同様のものを用いることができる。当該短纖維は、上述した強化纖維よりも纖維長が短いものであり、例えば、平均纖維長（重量平均纖維長、数平均纖維長）が、1mm以下のものを例示することができる。

- [0057] 本発明に用いられる纖維強化樹脂材料中における熱可塑性樹脂の存在量は、熱可塑性樹脂の種類や強化纖維の種類等に応じて適宜決定することができるものであり、特に限定されるものではないが、通常、強化纖維 100 質量部に対して 3 質量部～100 質量部の範囲内とされる。
- [0058] 本発明に用いられる纖維強化樹脂材料中における強化纖維の体積含有率は、10～70 V o l % であることが好ましい。纖維強化樹脂材料中における強化纖維の体積含有率が 10 V o l % 未満の場合、所望の圧縮弾性率または圧縮強度を得られない場合がある。一方、70 V o l % を超える場合、圧縮強度が高くなり過ぎたり、纖維強化樹脂材料の流動性が低下してしまい、成形時に所望の形状を得られない場合がある。纖維強化樹脂材料中における強化纖維の体積含有率のより好ましい範囲は 20～60 V o l % であり、さらに好ましい範囲は 30～50 V o l % である。
- [0059] また、纖維強化樹脂材料中の強化纖維の存在状態は特に限定されるものではなく、例えば、一方向に配列した状態であってもよく、又はランダムに配列した状態であってもよい。中でも本発明においては、樹脂製衝撃吸収部材中の形状剛性や強度の均一性の観点から、強化纖維の長軸方向が纖維強化樹脂材料の面内方向においてランダムに配列した、2 次元ランダム配列の状態であることが好ましい。ここで、纖維強化樹脂材料内における炭素纖維の 2 次元ランダム配列は、例えば、纖維強化樹脂材料の任意の方向、及びこれと直交する方向を基準とする引張試験を行い、引張弾性率を測定した後、測定した引張弾性率の値のうち大きいものを小さいもので割った比 ( $E \delta$ ) を測定することで確認できる。弾性率の比が 2 未満である場合に、炭素纖維が 2 次元ランダム配列していると評価でき、弾性率の比が 1.3 未満の場合には、優れた 2 次元ランダム配列と評価される。
- [0060] (纖維強化樹脂材料の製造方法)
- 次に本発明に用いられる纖維強化樹脂材料の製造方法について説明する。本発明に用いられる纖維強化樹脂材料は、一般的に公知の方法を用いて製造することができる。例えば、1. 強化纖維をカットする工程、2. カットさ

れた強化繊維を開纖させる工程、3. 開纖させた強化繊維と繊維状又は粒子状の熱可塑性樹脂を混合した後、加熱圧縮してプリプレグを得る工程により製造することができるが、この限りではない。なお、この方法の場合、前記プリプレグが繊維強化樹脂材料である。

[0061] [衝撃吸収部以外の構成]

上述したように、本発明の樹脂製衝撃吸収部材は少なくとも上記衝撃吸収部を有するものであるが、本発明の目的を損なわない範囲で、当該衝撃吸収部以外の他の構成を有していてもよい。本発明に用いられる他の構成としては、本発明の樹脂製衝撃吸収部材の用途等に応じ、本発明の目的を損なわない範囲で適宜選択することができるものであり、特に限定されるものではないが、例えば、周辺の部品と接続するためのフランジ部や、樹脂製衝撃吸収部材を補強するための部品等を挙げることができる。

[0062] また、本発明に用いられる他の構成は樹脂材料からなるものでもよく、又は鉄やアルミ等の金属材料からなるものでもよい。上記他の構成が樹脂材料からなる場合、当該他の構成は、例えば、衝撃吸収部と一体物としてプレス成形してもよく、衝撃吸収部とは別部品として、衝撃吸収部に溶着や接着、リベット止め等の方法で接合してもよい。一方、上記他の構成が金属材料からなる場合は、通常、インサート成形や接着、ネジ止め等の方法で衝撃吸収部に接合される。

[0063] 本発明の樹脂製衝撃吸収部材は、衝撃吸収部が、繊維強化樹脂材料からなり、かつ厚みが略一定の衝撃吸収性基材から構成されており、さらに衝撃吸収性基材は、衝撃吸収方向において圧縮強度が異なる複数の熱可塑性樹脂基材が結合されてなる態様であることが好ましい。これにより、軽量かつ衝撃吸収特性を自由に設計することができるという効果を奏する。

[0064] 以下、上記態様について説明する。

[0065] 図19は、本態様における衝撃吸収部の例を示す概略図である。図19(a)、(b)に例示するように、本態様における衝撃吸収部12は、繊維強化樹脂材料からなり、かつ厚みが略一定の衝撃吸収性基材11から構成され

ており、さらに衝撃吸収性基材11は、衝撃吸収方向において圧縮強度が異なる複数の熱可塑性樹脂基材11a、11bが結合されてなる態様である。この場合、図19(a)、(b)に例示するように筒状の衝撃吸収部12の壁部が上記熱可塑性樹脂基材11a、11bからなることになる。

[0066] なお、本態様に用いられる衝撃吸収部の衝撃吸収方向に対して直交する方向の断面形状は特に限定されるものではなく、例えば、円形、橢円形、三角形、四角形等の多角形のいずれの形状としてもよい。当該断面形状が円形である例としては、例えば、図19(a)に例示した態様を挙げができる。また、当該断面形状が多角形の例としては、例えば、図19(b)に例示した態様を挙げができる。

[0067] さらに、本態様に用いられる衝撃吸収部は、単一の筒状体からなるものであってもよく、また複数の筒状体が連結されてなるものであってもよい。本態様において衝撃吸収部が複数の筒状体が連結したものである場合について、図を参照しながら説明する。図20は複数の筒状体が連結されてなる場合の一例を示す概略図である。図20(a)、(b)に示すように、本態様に用いられる衝撃吸収部は、円形の筒状体が複数連結されたものであってもよく、或いは、多角形の筒状体が複数連結されたものであってもよい。

[0068] なお、本態様に用いられる衝撃吸収部が複数の筒状体が連結されてなるものとしては、個別に形成された筒状体が事後的に連結されたものであってもよく（例えば、図20(a)）、或いは、例えば、凹部を有する複数の部品が組み合わされること等により、複数の筒状体が連結されたものであってもよい（例えば、図20(b)）。

#### [0069] [衝撃吸収性基材]

衝撃吸収性基材は、厚みが略一定であり、かつ衝撃吸収方向において圧縮強度が異なる複数の熱可塑性樹脂基材が結合されてなることを特徴とするものである。

[0070] 「衝撃吸収性基材の厚みが略一定」であるとは、衝撃吸収性基材を構成する複数の熱可塑性樹脂基材の平均厚みが略一定であることを意味するもので

ある。このように各熱可塑性樹脂基材の平均厚みが略一定であることにより、本態様の樹脂製衝撃吸収部材においては、衝撃吸収部に外部から衝撃が加わった際に、衝撃の大きさや衝撃の方向にかかわらず、熱可塑性樹脂基材の境界部分が破壊の起点となることを抑制することができ、さらに周辺部品との取り付けが容易になる。

- [0071] また、上記「熱可塑性樹脂基材の厚みが略一定」とは、各熱可塑性樹脂基材の厚みが完全に同一であることを意味するものではなく、衝撃の大きさや衝撃の方向にかかわらず、樹脂製衝撃吸収部材に外部から衝撃が加わった際に、各熱可塑性樹脂基材の厚みの違いに起因して、熱可塑性樹脂基材同士の境界が破壊の起点にならない程度に、各熱可塑性樹脂基材の平均厚みが近接していることを意味するものである。
- [0072] より具体的には、各熱可塑性樹脂基材の平均厚みの差は、±10%以下であることが好ましく、±5%以下であることがより好ましい。各熱可塑性樹脂基材の平均厚みの差がこのような範囲内であることにより、衝撃の大きさや衝撃の方向にかかわらず、本態様の樹脂製衝撃吸収部材に外部から衝撃が加わった際に、各熱可塑性樹脂基材の平均厚みの違いに起因して熱可塑性樹脂基材同士の境界が破壊の起点になってしまふことを抑制できるからである。ここで、各熱可塑性樹脂基材の平均厚みは、例えば、各熱可塑性樹脂基材の衝撃を受ける先端側から後端側へ向かって前半部、中間部、後半部の3点の厚みをノギス、マイクロメーター等を用いて測定し、その平均値を求ることにより求めることができる。
- [0073] 各熱可塑性樹脂基材の平均厚みは、樹脂製衝撃吸収部材の用途等に応じて所望の衝撃吸収特性を実現できる範囲内で適宜決定することができるものであり、特に限定されるものではないが、通常、1mm～10mmの範囲内であることが好ましく、2mm～8mmの範囲内であることがより好ましい。
- [0074] 衝撃吸収性基材は、圧縮強度の異なる複数の熱可塑性樹脂基材が結合されてなるものであるところ、各熱可塑性樹脂基材の圧縮強度は衝撃吸収部に所望の衝撃吸収特性を付与できる範囲内であれば特に限定されるものではなく

、設計的に適宜調整することができるものである。ここで、上記熱可塑性樹脂基材の圧縮強度は、例えば、JIS K 7076：1991に記載された方法によって測定することができる。

[0075] 上記衝撃吸収性基材において圧縮強度の異なる複数の熱可塑性樹脂基材が結合されている態様としては、隣接する熱可塑性樹脂基材を所望の強度以上で結合できる態様であれば特に限定されるものではない。本態様に用いられる結合態様としては、例えば、隣接する熱可塑性樹脂基材の端面同士が結合された態様（結合態様 i）、隣接する熱可塑性樹脂基材の端部が一部重ね合されるように結合された態様（結合態様 ii）、さらには、隣接する熱可塑性樹脂基材がその境界において厚み方向の存在割合が連続的に変化するよう结合された態様（結合態様 iii）等を挙げることができる。これらの各態様について図を参照しながら説明する。図15は、上記各結合態様の一例を示す概略図である。図15に例示するように、本態様において熱可塑性樹脂基材が結合されている態様としては、図15（a）に例示するような熱可塑性樹脂基材11a及び11bの端面同士が結合された態様（結合態様 i）であってもよく、図15（b）、（c）に例示するような熱可塑性樹脂基材11a及び11bの端部が一部重ね合されるように結合された態様（結合態様 ii）であってもよく、または図15（d）、（e）に例示するように熱可塑性樹脂基材11a、11bがその境界において厚み方向の存在割合が連続的に変化するよう结合された態様（結合態様 iii）であってもよい。

[0076] 本態様においては、上述した各結合態様のいずれであっても好適に用いることができるが、なかでも結合態様 iiiが用いられることが好ましい。結合態様 iiiによって隣接する熱可塑性樹脂基材が結合されていることにより、衝撃の大きさや衝撃の方向にかかわらず、本態様の樹脂製衝撃吸収部材に衝撃吸収方向から衝撃が加わった際に、熱可塑性樹脂基材の境界部位が破壊の起点となることを更に抑制できるからである。

[0077] なお、上記各結合態様を実施する方法については、結合態様 iは、例えば、圧縮強度の異なる熱可塑性樹脂基材2種を準備し、この2種の熱可塑性樹

脂基材をあらかじめ設計した金型内の所定の位置に端部が接する様に投入してプレス成形する方法を挙げることができる。結合態様 i i は、例えば、圧縮強度の異なる熱可塑性樹脂基材 2 種を準備し、各熱可塑性樹脂基材の端面に段差を形成した後、あらかじめ設計した金型内の所定の位置に端面の段差を重ね合わせるように投入してプレス成形する方法を挙げることができる。また、結合態様 i i i は、例えば、圧縮強度の異なる熱可塑性樹脂基材 2 種を準備し、この 2 種の熱可塑性樹脂基材をあらかじめ設計した金型内の所定の位置に端部が重なる様に投入し、プレス成形時に重なり部分が流動させることで 2 種の熱可塑性樹脂基材を結合する方法を挙げることができる。また、いずれの態様の場合も圧縮強度の異なる熱可塑性樹脂基材をあらかじめ別々に成形した後に、振動溶着、超音波溶着などの熱溶着や、接着剤、ボルト・ナット等の機械締結方法によって当該面を結合することもできる。

[0078] 衝撃吸収性基材は圧縮強度の異なる複数の熱可塑性樹脂基材が衝撃吸収方向に結合されてなるが、衝撃吸収方向に複数の熱可塑性樹脂基材が配置される態様としては、衝撃吸収部に所望の衝撃吸収特性を付与できる態様であれば特に限定されるものではない。なかでも衝撃吸収方向に沿って圧縮強度が高くなる順に配置されている態様が好ましい。このような態様で圧縮強度の異なる複数の熱可塑性樹脂基材が配置されていることにより、衝撃吸収部の破壊が進むにつれて衝撃吸収部の衝撃強度を強くすることができるため、外部衝撃によって衝撃吸収部が完全に崩壊してしまうことを効果的に抑制することができるからである。ここで、「衝撃吸収方向に沿って圧縮強度が高くなる順」とは、衝撃を受ける先端側から後端側へ向かって圧縮強度が高くなる順である。

[0079] このような熱可塑性樹脂基材の配置態様について図を参照しながら説明する。図 16 は、衝撃吸収性基材において、圧縮強度の異なる複数の熱可塑性樹脂基材が、衝撃を受ける先端側から後端側へ向かって圧縮強度が高くなる順に配置されている場合の一例を示す概略図である。図 16 に例示するように、衝撃吸収性基材 11 においては、衝撃を受ける先端側から後端側へ向か

って圧縮強度が高くなる順に各熱可塑性樹脂基材 11a、11b、11c が配置されていることが好ましい。なお、図 16 における熱可塑性樹脂基材 11a、11b、11c はこの順で圧縮強度が高くなるものとする。

[0080] また、本態様においては、複数の熱可塑性樹脂基材が、強化繊維の体積含有率が互いに異なることにより、圧縮強度が異なるものであることが好ましい。

[0081] なお、衝撃吸収性基材を構成する熱可塑性樹脂基材の種類は 2 以上であれば特に限定されるものではなく、衝撃吸収部に付与する衝撃吸収特性に応じて、適宜種類を選択することができる。

[0082] 衝撃吸収性基材において、熱可塑性樹脂基材同士の境界方向は衝撃吸収方向と平行方向以外の方向であればいずれの方向であってもよいが、衝撃吸収方向に対して略垂直方向であることが好ましい。これにより、衝撃吸収時の破壊が全周に同等に伝わり、全ての部位で継続的に安定した破壊が持続して大きな衝撃を吸収することができるからである。また、樹脂製衝撃吸収部材の部材重量当たりの衝撃吸収効率がよくなるからである。

[0083] ここで、熱可塑性樹脂基材同士の境界方向が、衝撃吸収部の衝撃吸収方向に対して略垂直方向であるとは、図 17 に例示するように、衝撃吸収性基材 11において熱可塑性樹脂基材 11a、11b の境界の方向 Z—Z' が、衝撃吸収方向 X に対して略垂直であることを意味する。

#### [0084] [熱可塑性樹脂基材]

次に、衝撃吸収性基材を構成する熱可塑性樹脂基材について説明する。本態様に用いられる熱可塑性樹脂基材は、前述の強化繊維と熱可塑性樹脂とを含有する繊維強化樹脂材料からなる。強化繊維及び熱可塑性樹脂としては前述したものと同様のものを用いることができる。

#### [0085] [熱可塑性樹脂基材の形態]

本態様に用いられる熱可塑性樹脂基材は、単一層からなるものであってもよく、あるいは複数層に積層されることによって構成された積層体であってもよい。熱可塑性樹脂基材が積層体である態様としては、例えば、不連続繊

維層と連続纖維層とを積層した様態を挙げることができる。このような態様の具体例としては、不連続纖維層をコア層に連続纖維層をスキン層に積層したサンドイッチ積層体や、不連続纖維層をスキン層に連続纖維層をコア層に積層したサンドイッチ積層体や、連続纖維層を目的にあわせ角度を振りながら積層した積層体を挙げができる。また、熱可塑性樹脂基材が積層体である別の態様としては、異なる圧縮強度の不連続纖維層を積層した積層体などを挙げができる。中でも本態様において不連続纖維層と連続纖維層の熱可塑性樹脂基材を積層体とする場合には、不連続纖維層をスキン層に連続纖維層をコア層に積層し、その積層比率を厚み方向でシンメトリーにしたサンドイッチ積層体とすることが好ましい。これにより熱可塑性樹脂基材の反りを防止できるからである。また、連続纖維層をスキン層に用いると、衝撃吸収時に連続纖維が破損してしまい、設計どおりの性能が得られない可能性があるが、連続纖維層をコア層に用いることによりそのような懸念が少なくなるからである。ここで、上記「連続纖維層」とは、強化纖維として連続纖維を含有する熱可塑性樹脂基材を指し、上記「不連続纖維層」とは、強化纖維として不連続纖維を含有する熱可塑性樹脂基材を指す。

#### [0086] [複数の熱可塑性樹脂基材が用いられる態様]

本態様においては衝撃吸収性基材として圧縮強度が異なる複数の熱可塑性樹脂基材が結合されてなるものが用いられるが、隣接する熱可塑性樹脂基材の圧縮強度の差は、本態様の樹脂製衝撃吸収部材に所望の衝撃吸収特性を与える範囲内であれば特に限定されるものではない。中でも本態様においては、隣接する熱可塑性樹脂基材の圧縮強度の差が、50 MPa～350 MPaの範囲内であることがより好ましく、100 MPa～250 MPaの範囲内であることがさらに好ましい。隣接する熱可塑性樹脂基材の圧縮強度の差が上記範囲内であることにより、衝撃の大きさや衝撃の方向にかかわらず、本態様の樹脂製衝撃吸収部材に衝撃が加わった際に、隣接する熱可塑性樹脂基材の境界が破壊の起点等となることによって衝撃吸収特性が損なわれることを防止できるからである。

[0087] 各熱可塑性樹脂基材間において圧縮強度が異なる態様としては、厚みが相違する態様以外の態様であれば特に限定されるものではない。このような態様としては、熱可塑性樹脂基材が熱可塑性樹脂のみからなる場合には、例えば、熱可塑性樹脂の種類が異なる態様や、熱可塑性樹脂の平均分子量等が異なる態様を挙げることができる。また、熱可塑性樹脂基材が上述した纖維強化熱可塑性樹脂複合材料からなる場合は、例えば、強化纖維の種類が異なる態様、強化纖維の平均纖維長が異なる態様、強化纖維の配向状態が異なる態様、強化纖維の体積含有率 ( $V_f$ ) が異なる態様等を挙げることができる。

また、熱可塑性樹脂基材を構成する材料に関わらず、熱可塑性樹脂基材の積層構造が異なる態様等を挙げることができる。このような態様としては、例えば、単一層からなる熱可塑性樹脂基材と積層構造を有する熱可塑性樹脂基材を組み合わせて用いる態様や、互いに構成が異なる積層構造を有する熱可塑性樹脂基材を組み合わせて用いる態様等を挙げることができる。

さらに本態様においては上述した各態様を複合した態様も用いることができる。このような態様としては、例えば、強化纖維の平均纖維長と強化纖維の体積含有率 ( $V_f$ ) が異なる態様や、強化纖維の種類及び積層構造が異なる態様等を挙げができるが、この限りではない。

[0088] 熱可塑性樹脂基材が上述した纖維強化熱可塑性樹脂複合材料からなる場合において、強化纖維の配向状態が異なる態様としては、例えば、強化纖維がランダムに配向した熱可塑性樹脂基材と、強化纖維が一方向に配向した熱可塑性樹脂基材とを組わせる態様や、配向の等方性（異方性）の程度が互いに異なる熱可塑性樹脂基材を組わせる態様等を挙げができる。ここで、後者の態様としては、例えば、熱可塑性樹脂基材の引張弾性率比 ( $E_\delta$ ) が異なるものを組み合わせる態様を例示できる。なお、上記引張弾性率比 ( $E_\delta$ ) は、熱可塑性樹脂基材の任意の方向、及びこれと直交する方向を基準とする引張試験を行い、引張弾性率を測定した後、測定した引張弾性率の値のうち大きいものを小さいもので割った比 ( $E_\delta$ ) を意味する。

また、強化纖維の体積含有率 ( $V_f$ ) が異なる態様としては、隣接する熱

可塑性樹脂基材の圧縮強度に所望の程度の差を設けられる範囲内であれば特に限定されないが、中でも本態様においては隣接する熱可塑性樹脂基材における上記  $V_f$  の差が 10 %以上であることが好ましく、5 %～60 %の範囲内であることが好ましく、10 %～40 %の範囲内であることがさらに好ましい。

さらに、強化纖維の平均纖維長が異なる態様としては、例えば、隣接する熱可塑性樹脂基材の圧縮強度に所望の程度の差を設けられる範囲内であれば特に限定されないが、中でも本態様においては隣接する熱可塑性樹脂基材における強化纖維の平均纖維長の差が 5 mm～90 mm の範囲内であることが好ましく、10 mm～50 mm の範囲内であることがさらに好ましい。

[0089] 2 樹脂製衝撃吸収部材

本態様の樹脂製衝撃吸収部材は、少なくとも上記衝撃吸収部を備えるものであるが、必要に応じて他の構成を有してもよいものである。本態様に用いられる他の構成としては、例えば、衝撃吸収部の衝撃吸収方向に対して後端部に接続されるように形成された底部、先端部に接続されるように形成された蓋部、樹脂製衝撃吸収部材の形状剛性を確保するために板状の挿入部材等を挙げることができる。

[0090] 図 21 は、上記他の構成として底部と蓋部が用いられる場合の一例を示す概略図である。図 21 に例示するように、本態様の衝撃吸収部 10 は、衝撃吸収部 12 の衝撃吸収方向に対して後端部に接続されるように形成された底部 13 を有していてもよく、さらに先端部に接続されるように形成された蓋部 14 を有していてもよい。

[0091] 本発明の樹脂製衝撃吸収部材は、衝撃吸収部が、フランジ部を有し、前述の纖維強化樹脂材料からなる複数の樹脂成形品が、フランジ部が相互に接することによって境界部を形成するように組み合わされたものであり、境界部を覆うように形成された樹脂材料からなる衝撃吸収補助部を有するものである態様も好ましい。これにより、樹脂製衝撃吸収部材は、簡易な構造で、用途に応じた衝撃吸収性能の調整が容易であるという効果を奏する。

[0092] 以下、上記態様について説明する。

[0093] 本態様の衝撃吸収部について図面を参照しながら説明する。図23は樹脂製衝撃吸収部材を構成する衝撃吸収部の代表的な例を示す概略図である。図23(b)は、図23(a)に例示する衝撃吸収部の衝撃吸収方向Xに垂直方向の断面図である。図23(a)、(b)に例示するように、本態様に用いられる衝撃吸収部100は、フランジ部21a、22aを有する樹脂成形品21、22が組み合わされて中空構造とされた衝撃吸収部20と、衝撃吸収補助部30とを有するものである。ここで、樹脂成形品21、22は上記フランジ部21a、22aが相互に接することによって境界部20aを形成するように組み合わされている。また、上記衝撃吸収補助部30は、上記境界部20aを覆うように形成されている。さらに、上記各樹脂成形品21、22は上記強化繊維と熱可塑性樹脂とを含有する繊維強化樹脂材料からなるものであり、上記衝撃吸収補助部は樹脂材料からなるものである。なお、図23中の点線矢印Xは、衝撃吸収部100の衝撃吸収方向を示すものである。

[0094] [衝撃吸収部（中空衝撃吸収体）]

本態様における衝撃吸収部は、繊維強化樹脂材料からなりフランジ部を有する複数の樹脂成形品が、上記フランジ部が相互に接することによって境界部を形成するように組み合わされ、これによって中空構造体とされたものである。なお、本態様においては、衝撃吸収部と後述する衝撃吸収補助部との区別を明確にするため、本態様における衝撃吸収部を「中空衝撃吸収部」と称する場合がある。

[0095] 本態様における中空衝撃吸収体は上記樹脂成形品によって構成されるものであるため、本態様における中空衝撃吸収体の形状は、上記樹脂成形品の形状に依存するものである。上記樹脂成形品の形状としては、フランジ部を有するものであり、かつ当該フランジ部が相互に接するように複数の樹脂成形品を組み合わせて中空構造体を形成できる形状であれば特に限定されるものではない。もっとも、本態様における樹脂成形品は、上記フランジ部が相互

に接するように組み合わせて中空構造を形成できることが必要であるため、通常、中空衝撃吸収体を形成した後に衝撃吸収方向に対して平行方向の両端部に相当する位置にフランジ部が形成された形状を有することになる。

- [0096] なお、本態様における上記「フランジ部」とは、上記樹脂成形品の端部に設けられた平坦部であり、複数の樹脂成形品が組み合わされて中空構造とされた場合に、衝撃吸収補助部によって嵌合可能な程度の面積を有する部位をいうものとする。
- [0097] このような本態様に用いられる樹脂成形品の形状は、上記フランジ部を有し、かつ中空構造を形成できる形状であれば特に限定されるものではない。このような形状としては、例えば、図24に例示する樹脂成形品21、22のようなハット形状、図25に例示する樹脂成形品23のような平板状等を挙げることができる。本態様に用いられる樹脂成形品は、これらのいずれの形状を有するものであってもよい。なお、図24、図25の各図中の各符号は、23が樹脂成形品を示すこと以外は、図23と同様である。
- [0098] また、本態様においては中空衝撃吸収体を構成するために複数の樹脂成形品が用いられるが、本態様に用いられる複数の樹脂成形品は全て同一の形状を有するものであってもよく、又は異なる形状の樹脂成形品が組み合わされて用いられていてもよい。ここで、本態様に用いられる樹脂成形品が全て同一形状である場合の中空衝撃吸収体の例としては、例えば、図24に示すような態様を挙げができる。また、異なる形状の樹脂成形品が組み合わされてなる中空衝撃吸収体の例としては、例えば、図25に示すような態様を挙げができる。本態様においては、これらのいずれの態様であっても好適に用いることができる。また、いずれの態様を採用するかは本態様の樹脂製衝撃吸収部材の用途等に応じて適宜決定することができるものである。
- [0099] 本態様に用いられる樹脂成形品の厚みは、全体において均一であってもよく、或いは部位によって厚みが異なっていてもよい。樹脂成形品の厚みが部位によって異なる態様としては、例えば、衝撃吸収方向に対して連続的ある

いは断続的に厚みが異なる態様、フランジ部とそれ以外の部位とで厚みが異なる態様等を挙げることができるが、これに限られるものではない。

[0100] 本態様において中空衝撃吸収体を構成するために用いられる樹脂成形品の数は、少なくとも2以上であれば特に限定されるものではない。したがって、本態様における中空衝撃吸収体は2つの樹脂成形品が組み合わされて中空構造とされたものであってもよく、或いは3つ以上の樹脂成形品が組み合わされて中空構造とされたものであってもよい。ここで、3つ以上の樹脂成形品が組み合わされた中空衝撃吸収体としては、例えば、図26に挙げるようなものを例示することができる。なお、図26中の符号は、図23～図25と同様である。

[0101] なかでも、本態様の中空衝撃吸収体は、2つの樹脂成形品が組み合わされてなることが好ましい。中空衝撃吸収体を構成するための樹脂成形品の数を最小限にすることにより、構造をより簡略化することができるため、本態様の樹脂製衝撃吸収部材をより生産性に優れ、かつ用途に応じた衝撃吸収性能の簡易な調整が可能になるからである。

[0102] 本態様における中空衝撃吸収体は、上記フランジ部が相互に接することによって境界部を形成するように複数の樹脂成形品が組み合わされてなるものであるところ、当該境界部には、後述する衝撃吸収補助部が当該境界部を覆うように形成される。すなわち、当該衝撃吸収補助部は上記境界部を嵌合し、複数の樹脂成形品を締結する締結具としての機能も備えるものである。このため、上記境界部において各樹脂成形品のフランジ部は、相互に接合されていてもよく、或いは接合されていなくてもよい。仮に、フランジ部が相互に接合されていなくても、上記衝撃吸収補助部の締結具としての機能によつて各樹脂成形品が固定されるからである。もっとも、本態様においては、上記境界部において各樹脂成形品のフランジ部が相互に接合されていることが好ましい。上記フランジ部が相互に接合されていることにより、複数の樹脂成形品をより強固に結合させることができるために、本態様の樹脂製衝撃吸収部材が衝撃を吸収する際に、境界部においてフランジ部が剥離することに起

因して衝撃吸収性能が低下してしまうことをより効果的に防止でき、当初の設計通りの衝撃吸収性能を達成することが容易になるからである。

[0103] 上記境界部において、上記フランジ部が相互に溶着されている態様としては、所望の接合強度を達成できる態様であれば特に限定されるものではない。したがって、フランジ部の全面が接合されている態様であってもよく、或いはフランジ部の一部が接合されている態様であってもよい。

[0104] また、フランジ部の接合方法としては、例えば、振動溶着、超音波溶着等の溶着、接着剤を用いた接着、及び機械締結等を挙げることができる。本態様においては、これらのいずれの接合方法であっても好適に用いることができるが、接合による重量増がなく、樹脂材料を用いたことによる軽量化効果を阻害しないという点において溶着方法が用いられることが好ましい。

[0105] [衝撃吸収補助部]

次に、衝撃吸収補助部について説明する。衝撃吸収補助部は、樹脂材料からなり、複数の樹脂成形品のフランジ部が相互に接するよう組み合わされてなる境界部を覆うように形成されたものである。以下、このような衝撃吸収補助部について詳細に説明する。なお、樹脂材料については後述する。

[0106] 衝撃吸収補助部は、少なくとも次の2つの機能を備えるものである。まず第1に、衝撃吸収部の衝撃吸収性能を制御・調整する機能である。衝撃吸収部の衝撃吸収性能は、衝撃吸収方向に対して垂直方向の断面積に依存する。したがって、衝撃吸収部の衝撃吸収性能には、上記中空衝撃吸収体の衝撃吸収方向に対して垂直方向の断面積のみではなく、衝撃吸収補助部の上記衝撃吸収方向に対して垂直方向の断面積も寄与することになる。このため、衝撃吸収補助部の上記断面積を任意に調整することにより、衝撃吸収部全体の断面積を変化させることができる。このことを換言すると、衝撃吸収補助部の上記断面積を任意に調整することにより、中空衝撃吸収体の上記断面積を変化させることなく、衝撃吸収部全体としての衝撃吸収性能を調整・制御することができることになる。さらに、用途に応じて本態様の樹脂製衝撃吸収部材の衝撃吸収性能を調整する場合においても、上記中空衝撃吸収体をすべて

の用途において共通のものとし、衝撃吸収補助部の形状を変化させることによって任意に衝撃吸収性能を調整することも可能になる。

第2に、樹脂成形品の締結機能である。上述したように、衝撃吸収補助部は上記境界部を覆うように形成されるものである。このため、衝撃吸収補助部は、中空衝撃吸収体を構成する複数の樹脂成形品を嵌合し、締結する機能を有するものである。そして、このような締結機能により、樹脂製衝撃吸収部材が衝撃吸収をする際に、上記境界部が剥離して衝撃吸収性能が低下することを防止し、当初の設計通りの衝撃吸収性能を容易に実現することを可能にするものである。

[0107] 衝撃吸収補助部は、上記境界部を覆うように形成されるものであるところ、当該衝撃吸収補助部が上記境界部を覆うように形成されている態様としては、上記衝撃吸収補助部が、上記中空衝撃吸収体と一緒に形成されている態様であってもよく、あるいは上記中空衝撃吸収体とは別の独立した部品として形成されている態様であってもよい。なかでも衝撃吸収補助部は、上記中空衝撃吸収体とは別の独立した部品として形成されていることが好ましい。

これにより、樹脂製衝撃吸収部材の用途に応じて衝撃吸収補助部を交換することによって衝撃吸収性能を調整・制御することが可能になるため、樹脂製衝撃吸収部材をあらゆる用途に適用可能なものにできるからである。

[0108] ここで、衝撃吸収補助部が上記中空衝撃吸収体とは別の独立した部品として形成されている場合、衝撃吸収補助部が「境界部を覆うように形成される」とは、中空衝撃吸収体とは独立の部品として形成された衝撃吸収補助部が、上記境界部を覆うように上記中空衝撃吸収体に取り付けられていることを意味する。この場合において、衝撃吸収補助部が、上記中空衝撃吸収体に取り付けられている態様としては、当該衝撃吸収補助部が上述した2つの機能を奏すことができる態様であれば特に限定されるものではない。したがって、ボルト・ナットを用いた機械締結、振動溶着、超音波溶着等の接合方法を用いてもよく、又はこのような接合方法を用いることなく、上記衝撃吸収補助部を、上記境界部に嵌合させるのみであってもよい。

- [0109] 上記衝撃吸収補助部を上記境界部に嵌合させる方法としては、上述した衝撃吸収部の締結機能が得られる態様であれば特に限定されるものではない。このような態様としては、単に、上記衝撃吸収補助部で上記境界部に挟み込む方法であってもよいし（態様A）、上記衝撃吸収補助部の内部または上記境界部の一方に凹部又は開口部を設け、他方に当該凹部又は開口部へ嵌め込み可能な凸部を設け、当該凹部に上記凸部を嵌め込むことによって嵌合する方法であってもよい（態様B）。
- [0110] 上記態様Aの場合、上記衝撃吸収補助部の内側の境界部と接する部位に、境界部と衝撃吸収補助部との間の位置が事後的に変化してしまうことを防止するための凸形状を有することが好ましい。また、当該凸形状の形状は三角形、四角形、又は円形でもよいが、三角形であることが好ましい。図27は、上記衝撃吸収補助部に上記凸形状が形成されている場合の一例を示す概略図である。図27に例示するように、本態様に用いられる衝撃吸収補助部30は、境界部との位置が事後的に変化してしまうことを防止するための凸形状31を有することが好ましい。なお、図27（b）は、図27（a）におけるフランジ部の平面Dでの断面図である。
- [0111] 一方、上記態様Bは、溶着設備が不要になることや溶着時間の削減などのコストダウンを図ることが可能になるという利点を有するものである。図28はこのような態様Bの一例を示す概略図である。図28に例示するように、上記樹脂成型品21のフランジ部の一部に開口部21bを設け、上記衝撃吸収補助部30の内側に、上記開口部21bへ嵌め込み可能な凸部32を形成し、当該凸部32を上記開口部21bへ嵌め込むように嵌合されていてよい。
- [0112] 次に、上記衝撃吸収補助部が上記境界部を覆うように形成されている態様としては、樹脂製衝撃吸収部材の用途等に応じて、上記衝撃吸収補助部が上述した2つの機能を奏するような態様であれば特に限定されるものではない。このため、上記衝撃吸収補助部が上記境界部の全体を覆うように形成されている態様であってもよく、上記衝撃吸収補助部が上記境界部を部分的に覆

うように形成されている態様であってもよい。したがって、例えば、図29(a)に例示するように、上記衝撃吸収補助部30は上記境界部の衝撃吸収方向Xに平行方向の端面のみを覆うように形成されていてもよく、あるいは図29(b)に例示するように、上記境界部の全ての端面を覆うように形成されていてもよい。

[0113] また、衝撃吸収補助部は上記境界部の端面と上記衝撃吸収補助部の内面が接するように形成されていてもよく、或いは、上記境界部の端面と上記衝撃吸収補助部の内面との間に空間を有するように形成されていてもよい。後者の場合は、上記境界部の端面にバリ等が存在する場合であっても、そのバリを除去することなく衝撃吸収補助部を形成することができるため、バリ等の除去工程を省略できるという利点がある。図30は、上記境界部の端面と上記衝撃吸収補助部の内部との間に空間を有する場合の一例を示す概略図である。図30に例示するように、衝撃吸収補助部30は、上記境界部の端面と上記衝撃吸収補助部30の内面との間に空間を有するように形成されていてもよい。

[0114] 衝撃吸収補助部の形状は、上記境界部を覆うように形成されることによって、当該境界部を嵌合して複数の樹脂成形品を結合することができ、かつ衝撃吸収部の衝撃吸収方向に対して垂直方向の断面積を所望の範囲できる形状であれば特に限定されるものではない。したがって、衝撃吸収補助部の形状は、衝撃吸収方向の全域に渡って一様であってもよく、或いは衝撃吸収方向において、衝撃吸収方向に対して垂直方向の断面積が異なっていてもよい。後者の場合は、衝撃吸収方向において上記断面積が異なることによって衝撃吸収部の衝撃吸収性能を制御することができ、本態様の樹脂製衝撃吸収部材を用途に応じた衝撃吸収性能を備えるものすることが容易になるという利点がある。

[0115] 上記衝撃吸収補助部の上記断面積が、衝撃吸収方向において異なっている態様としては、本態様の樹脂製衝撃吸収部材の用途等に応じて、上記衝撃吸収部の衝撃吸収性能を所定のものにできる態様であれば特に限定されるもの

ではない。このような態様としては、例えば、衝撃吸収方向に沿って上記断面積が大きくなるように形成されている態様、衝撃吸収方向に沿って上記断面積が規則的または不規則的に変化するように形成されている態様等を挙げることができる。本態様においてはこれらのいずれの態様の衝撃吸収補助部であっても好適に用いることができるが、なかでも、上記断面積が上記衝撃吸収方向に沿って大きくなるように形成されている態様であることが好ましい。これにより、本態様に用いられる衝撃吸収部を、衝撃吸収が進むにつれて衝撃吸収性能が向上するものにできるため、過大な衝撃が加わった場合においても、衝撃吸収部が完全に破壊されることによって衝撃吸収性能が損なわれることを防止できるからである。なお、上記衝撃吸収補助部が、上記断面積が衝撃吸収方向に沿って大きくなるように形成されている場合の例としては、例えば、図23に示したような例を挙げることができる。また、衝撃吸収方向に沿って上記断面積が規則的又は不規則的に変化するように形成されている場合の例としては、例えば、図31に示すような例を挙げることができる。

[0116] 衝撃吸収補助部の上記断面積が上記衝撃吸収方向に沿って大きくなるように形成されている態様において、衝撃を受ける先端側の上記断面積と他端側の断面積との比は、衝撃吸収部の衝撃吸収性能を所定のものにできる範囲で適宜調整すればよく、特に限定されるものではない。なかでも、上記衝撃吸収補助部の上記断面積が上記衝撃吸収方向に沿って大きくなるように形成されている場合、衝撃を受ける先端側の上記断面積Aと他端側の上記断面積Bとの比A／Bは、 $0 < A / B < 1$ であることが好ましい。

[0117] また、衝撃吸収補助部は、一部に衝撃吸収方向に平行な線状凹部を有するものであってもよい。このような線状凹部を有し、断面積を減少させることにより、本態様の樹脂製衝撃吸収部材が衝撃を吸収する際に、当該線状凹部が形成された位置の座屈を誘発できるため、衝撃吸収性能の設計自由度がさらに広がるからである。図32は、衝撃吸収補助部が、このような線状凹部を有する場合の一例を示す概略図である。図32に例示するように、衝撃吸

収補助部30は、衝撃吸収方向Xに平行な線状凹部33を有してもよい。

[0118] なお、図32においては、上記線状凹部が形成された一例として、上記衝撃吸収補助部の先端のみに形成された態様を例示したが、上記線状凹部が形成されている態様はこのような態様に限定されるものではなく、例えば、上記衝撃吸収補助部の上記衝撃吸収方向の全体にわたって上記線状凹部が形成されていてもよいものである。

[0119] また、上記線状凹部の数、及び深さ、幅、長さ等の具体的な形状については、樹脂製衝撃吸収部材の用途等に応じて、上記衝撃吸収部に衝撃が加わった際の座屈開始位置を所定の位置にできるように適宜調整すればよい。

[0120] 次に、上記衝撃吸収補助部に用いられる樹脂材料について説明する。

[0121] 樹脂材料としては、樹脂製衝撃吸収部材の用途や衝撃吸収部の構造等に応じて、所望の衝撃吸収性能を達成できるものであれば特に限定されるものではない。したがって、樹脂材料は熱可塑性樹脂を含むものであってもよく、或いは熱硬化性樹脂を含むものであってもよい。熱可塑性樹脂としては、上記纖維強化樹脂材料に含有される熱可塑性樹脂において記載したものと同じ樹脂を挙げることができる。

#### [0122] [熱硬化性樹脂]

本態様に用いられる熱硬化性樹脂の例としては、例えば、熱硬化性樹脂の場合、エポキシ樹脂、ビニルエステル樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ジアリルフタレート樹脂、フェノール樹脂、マレイミド樹脂、シアネート樹脂、ベンゾオキサジン樹脂、ジシクロペントジエン樹脂などの硬化物及びこれらの変性体を挙げができる。上記エポキシ樹脂としては、分子中にエポキシ基を有するものであれば特に限定されず、例えば、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、ビスフェノールAD型エポキシ樹脂、ビフェニル型エポキシ樹脂、ナフタレン型エポキシ樹脂、脂環式エポキシ樹脂、グリシジルエステル系樹脂、グリシジルアミン系エポキシ樹脂、複素環式エポキシ樹脂、ジアリールスルホン型エポキシ樹脂、ヒ

ドロキノン型エポキシ樹脂及びそれらの変性物などが挙げることができる。

なお、本態様に用いられる熱硬化性樹脂は1種類のみであってもよく、2種類以上であってもよい。

[0123] 衝撃吸収補助部に用いられる樹脂材料は、強化纖維を含有していてもよい。この場合、衝撃吸収補助部に用いられる樹脂材料として、上記纖維強化樹脂材料を用いるのが好ましい。

[0124] [樹脂製衝撃吸収部材の製造方法]

次に本発明の樹脂製衝撃吸収部材の製造方法について説明する。本発明の樹脂製衝撃吸収部材は、上述した衝撃吸収部を製造することによって得ることができる。本発明における衝撃吸収部は、一般的に公知の方法を用いて製造することができ、例えば、強化纖維樹脂材料を予め軟化点以上の温度に加熱し、次いで強化纖維樹脂材料を構成する熱可塑性樹脂の軟化点未満の温度を有する金型でコールドプレスする方法が適用できる。また、強化纖維樹脂材料を、熱可塑性樹脂の軟化点以上の温度を有する金型内に投入してプレスした後に、熱可塑性樹脂の軟化点未満の温度まで冷却するホットプレス法も適用できるが、この限りではない。

[0125] [樹脂製衝撃吸収部材の用途]

本発明の樹脂製衝撃吸収部材は、外筒部と中空部とからなる中空構造の衝撃吸収部を有する樹脂製衝撃吸収部材であり、樹脂製衝撃吸収部材の一端に入力された衝撃エネルギーを衝撃吸収部で吸収することにより、他端側への衝撃を抑制するために使用されるものである。本発明の樹脂製衝撃吸収部材は、所謂、軸圧縮方向に対する衝撃吸収を想定したものであり、衝撃吸収部の中空構造の貫通方向と同軸方向に受ける衝撃に対するものである。また、本発明の樹脂製衝撃吸収部材は、簡易な構造のために様々な車両用部品に適用できる。

[0126] [車両用部品]

本発明の車両用部品は、上述した本発明の樹脂製衝撃吸収部材から構成されるものである。本発明の車両用部品としては、本発明の樹脂製衝撃吸収部

材が用いられているものであれば特に限定されるものではないが、例えば、クラッシュボックス、フロントサイドメンバ、リアサイドメンバ、フロントホイールハウスアップメンバ、ロアメンバ等が挙げられる。

[0127] また、本発明の車両用部品は上述した本発明の樹脂製衝撃吸収部材が用いられていればよいものであるため、例えば、本発明の樹脂製衝撃吸収部材のみからなるものであってもよく、或いは本発明の樹脂製衝撃吸収部材が他の部品と組み合わされたものであってもよい。なお、当該他の部品は、本発明の車両用部品の用途に応じて適宜決定されるものであり、特に限定されるものではない。また、当該他の部品を構成する材料についても、本発明の車両用部品の用途に応じて適宜決定すればよく、任意の樹脂材料或いは任意の金属材料を用いることができる。

[0128] 本発明は、上記実施形態に限定されるものではない。上記実施形態は例示であり、上記本発明の技術的思想と、実質的に同一の構成を有し、同様な作用効果を奏するものは、いかなる態様であっても本発明の技術的範囲に包含される。

[0129] 次に、下記（2－1）～（2－6）に記載した樹脂製衝撃吸収部材について説明する。下記（2－1）～（2－6）に記載した樹脂製衝撃吸収部材を、「第2態様」とも呼ぶ。

#### （2－1）

厚みが略一定の衝撃吸収性基材から構成された衝撃吸収部を備える樹脂製衝撃吸収部材であって、

前記衝撃吸収性基材は、衝撃吸収方向において圧縮強度が異なる複数の熱可塑性樹脂基材が結合されてなることを特徴とする樹脂製衝撃吸収部材。

#### （2－2）

前記衝撃吸収性基材において、前記複数の熱可塑性樹脂基材が衝撃を受ける先端側から後端側へ向かって圧縮強度が高くなる順に配置されている、（2－1）に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

#### （2－3）

前記複数の熱可塑性樹脂基材が、強化纖維と熱可塑性樹脂とを含有する纖維強化熱可塑性樹脂複合材料からなる、(2-1) または (2-2) に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

(2-4)

前記複数の熱可塑性樹脂基材が、上記強化纖維の体積含有率が互いに異なることにより、圧縮強度が異なる、(2-3) に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

。

(2-5)

前記衝撃吸収性基材は、隣接する熱可塑性樹脂基材がその境界において厚み方向の存在割合が連続的に変化するように結合されている、(2-1) から (2-4) までのいずれか 1 項に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

(2-6)

前記衝撃吸収部が中空構造を有する筒状である、(2-1) から (2-5) までのいずれか 1 項に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

[0130] 図 14 は、第 2 様様の樹脂製衝撃吸収部材の一例を示す概略図である。

図 15 は、第 2 様様における熱可塑性樹脂基材の結合態様の一例を示す概略図である。

図 16 は、第 2 様様における衝撃吸収性基材において熱可塑性樹脂基材が配置されている態様の一例を示す概略図である。

図 17 は、第 2 様様における熱可塑性樹脂基材の結合態様の他の例を示す概略図である。

図 18 は、第 2 様様における衝撃吸収部が板状である場合の一例を示す概略図である。

図 19 は、第 2 様様における衝撃吸収部が筒状である場合の一例を示す概略図である。

図 20 は、第 2 様様の樹脂製衝撃吸収部材の他の例を示す概略図である。

図 21 は、第 2 様様の樹脂製衝撃吸収部材の他の例を示す概略図である

。

図22は、第2態様の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の概略図である。

[0131] 上記第2態様は、樹脂材料からなる樹脂製衝撃吸収部材に関するものであり、より詳しくは熱可塑性樹脂が用いられた樹脂製衝撃吸収部材に関するものである。

前述の特許文献3に記載の樹脂製衝撃吸収部材は単一の樹脂材料からなるため、衝撃吸収時に突発的な荷重が発生したり、当初の設計通りの衝撃吸収性能を得られないなどのおそれがあった。また、エアバッグの作動センサーとして少なくとも2水準の衝突速度に対応して衝撃を吸収しなければならないという機能を果たせないなど、金属製衝撃吸収部材に比べて衝撃吸収特性が不十分になってしまいう傾向があるため、衝撃吸収部材の用途等によっては、樹脂製衝撃吸収部材では目的とする衝撃吸収特性を達成できないという問題点が指摘されていた。

[0132] このような問題点を解決するために、樹脂製衝撃吸収部材において衝撃が加わる先端部の強度よりも、後端部の強度を強くすることにより樹脂製衝撃吸収部材の衝撃吸収特性を最適化する方法が検討されている。具体的な方法としては、例えば、衝撃が加わる先端部よりも後端部の厚みを大きくするという方法が検討されている。しかしながら、このような厚みを変化させる態様では、（1）大きな衝撃や斜め方向からの衝撃が加わった場合、厚みの境界が破壊の起点となってしまい十分な衝撃吸収特性を発揮できない、（2）衝撃を受ける先端部近傍の厚みが薄くなるため、周辺部品との取り付け部が脆弱になる、（3）樹脂製衝撃吸収部材はプレス成形法によって製造されることが一般的であるところ、吸収するエネルギー量の変化に対応するために厚みの境界を変更したり、或いは全体の厚みを変える場合には、その都度プレス成型用金型を変更する必要があり、樹脂製衝撃吸収部材の簡便な設計変更と製作が困難である、（4）樹脂材料として纖維が混入された纖維強化樹脂材料を用いて大幅な流動成形をした場合、プレス成型時に纖維配向が発生

し、設計通りの性能が得られない等の問題があった。

- [0133] 第2態様は、このような各問題点に鑑みてなされたものであり、樹脂材料から構成され、軽量かつ衝撃吸収特性を自由に設計することが容易な樹脂製衝撃吸収部材を提供することを主目的とするものである。
- [0134] 第2態様の樹脂製衝撃吸収部材は、軽量かつ衝撃吸収特性を自由に設計することができるという効果を奏する。
- [0135] ここで、第2態様における「衝撃吸収方向」とは、第2態様の樹脂製衝撃吸収部材に対して外部から衝撃が入力した際に、衝撃吸収部が衝撃を受ける先端側から後端側へ向かって圧壊される方向を意味するものである。第2態様の樹脂製衝撃吸収部材における上記衝撃吸収部が中空構造を有する筒状である場合、当該衝撃吸収方向は、通常、当該中空構造の軸方向に対して平行方向となる。
- [0136] このような第2態様の樹脂製衝撃吸収部材について図を参照しながら説明する。図14は第2態様の樹脂製衝撃吸収部材の一例を示す概略図である。また、図14(b)は、同図(a)のY-Y'線矢視断面図である。図14(a)、(b)に例示するように第2態様の樹脂製衝撃吸収部材10は、厚みが略一定の衝撃吸収性基材11から構成された衝撃吸収部12を備えるものであって、上記衝撃吸収性基材11は、衝撃吸収方向Xにおいて圧縮強度が異なる複数の熱可塑性樹脂基材11a及び11bが結合されてなることを特徴とするものである。ここで、図14における熱可塑性樹脂基材11a、11bは、互いに圧縮強度が異なるものである（以下、本明細書において同じ）。
- [0137] 第2態様の樹脂製衝撃吸収部材によれば、上記衝撃吸収性基材の厚みが略一定であることにより、衝撃の大きさや衝撃の方向にかかわらず、上記衝撃吸収性基材において圧縮強度の異なる複数の熱可塑性樹脂基材の境界が破壊の起点になることを防止できる。このため、第2態様の樹脂製衝撃吸収部材に加わる衝撃の程度等に関わらず優れた衝撃吸収性能を発揮できる。また、第2態様においては上記衝撃吸収性基材が、圧縮強度が異なる複数の熱可塑

性樹脂基材が結合されてなることにより、衝撃吸収性基材の厚みを変化させることなく、衝撃吸収部に圧縮強度の異なる領域を形成することができる。このため、例えば、プレス金型を変更することなく境界の位置を調整することができ、衝撃吸収性能の自由な設計・制御が可能になる。さらに、第2態様においては上記衝撃吸収性基材が熱可塑性樹脂基材からなることにより、金属製の樹脂製衝撃吸収部材と比較して著しく軽量化を図ることができる。このようなことから、第2態様によれば、軽量かつ衝撃吸収特性を自由に設計することができる樹脂製衝撃吸収部材を得ることができる。

[0138] 第2態様の樹脂製衝撃吸収部材においては、上記衝撃吸収部が中空構造を有する筒状であることが好ましい。これにより、軽量でありながら、衝撃吸収時の破壊が樹脂製衝撃吸収部材の全周にわたって全ての部位で発生させることができるために、継続的に安定した破壊が進行することで大きな衝撃を吸収することが可能となり、樹脂製衝撃吸収部材の部材重量当たりの衝撃吸収効率が良くなるからである。

[0139] 第2態様の樹脂製衝撃吸収部材、衝撃吸収部が中空構造を有することが必須でなく自由な形状を採用できること、及び熱可塑性樹脂基材に強化繊維を含有することが必須でなく、熱可塑性樹脂を含有するものであれば物性等に制限なく熱可塑性樹脂基材を採用できることを除き、上記本発明の態様において説明したものと同様である。ただし、第2態様の樹脂製衝撃吸収部材は、衝撃吸収部が中空構造を有するものであってもよく、上記熱可塑性樹脂基材に強化繊維を含有することが好ましい。強化繊維としては上記本発明の態様において説明したものと同様である。

[0140] 第2態様の樹脂製衝撃吸収部材は、例えば、次のような方法で製造することができる。すなわち、まず、熱可塑性樹脂と強化繊維を予め一体化させた圧縮強度の異なる熱可塑性樹脂基材を2種類を準備し、この2種類の熱可塑性樹脂基材をあらかじめ設計した金型内の所定の位置に投入して凹または凸形状にプレス成形し、プレス成形と同時に2種の熱可塑性樹脂基材を結合する。このようにして得られた衝撃吸収性基材の成形品を、互いの凹部が向き

合って閉断面を形成するように振動溶着により締結し筒状の衝撃吸收部を有する樹脂製衝撃吸收部材にする。なお、成形品の締結方法は振動溶着以外に、超音波溶着、接着、リベット、ボルト・ナットなどを用いることも可能である。

[0141] 第2態様の樹脂製衝撃吸收部材は、例えば、車両の骨格構造に組み込まれて車両衝突時の衝撃を吸收緩和する衝撃吸收体として用いることができる。特に自動車に装備されるバンパー内部の支持部材や、ピラー、サイドシルの内部に設置される衝撃吸收部材、サイドメンバー、クロスメンバーなどの車体構造体に用いることができる。

[0142] 次に、下記（3－1）～（3－7）に記載した樹脂製衝撃吸收部材について説明する。下記（3－1）～（3－7）に記載した樹脂製衝撃吸收部材を、「第3態様」とも呼ぶ。

（3－1）

第1樹脂材料からなりフランジ部を有する複数の樹脂成形品が、前記フランジ部が相互に接することによって境界部を形成するように組み合わされ、中空構造体とされた中空衝撃吸收体と、第2樹脂材料からなり前記境界部を覆うように形成された衝撃吸收補助部とを有する衝撃吸收部を備えることを特徴とする、樹脂製衝撃吸收部材。

（3－2）

前記衝撃吸收補助部は、前記衝撃吸收部の衝撃吸收方向に対して垂直方向における断面積が、前記衝撃吸收方向において異なっている、（3－1）に記載の樹脂製衝撃吸收部材。

（3－3）

前記衝撃吸收補助部は、前記断面積が前記衝撃吸收方向に沿って大きくなるように形成されている、（3－2）に記載の樹脂製衝撃吸收部材。

（3－4）

前記境界部が、少なくとも一部において、前記境界部の端面と前記衝撃吸收補助部の内面との間に空間を有するように、前記衝撃吸收補助部によって

覆われている、(3-1)から(3-3)までのいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

(3-5)

前記境界部を形成するフランジ部が相互に接合されている、(3-1)から(3-4)までのいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

(3-6)

前記第1樹脂材料又は前記第2樹脂材料が強化繊維と、マトリックス樹脂とを含有する繊維強化樹脂材料である、(3-1)から(3-5)までのいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

(3-7)

(3-1)から(3-6)までのいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材が用いられた車両用部品。

[0143] 図23は、第3態様の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の一例を示す概略図である。

図24は、第3態様の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の他の例を示す概略図である。

図25は、第3態様の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の他の例を示す概略図である。

図26は、第3態様の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の他の例を示す概略図である。

図27は、第3態様の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の他の例を示す概略図である。

図28は、第3態様の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の他の例を示す概略図である。

図29は、第3態様の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の他の例を示す概略図である。

図30は、第3態様の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の他の例を示す概略図である。

図3 1は、第3態様の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の他の例を示す概略図である。

図3 2は第3態様の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部の他の例を示す概略図である。

図3 3は、第3態様における衝撃吸収部の寸法を説明する説明図である。

図3 4は、第3態様における衝撃吸収部の概略図である。

図3 7は、第3態様における衝撃吸収部の荷重一変位曲線の一例を示すグラフである。

[0144] 上記第3態様は、樹脂材料からなる樹脂製衝撃吸収部材に関するものであり、より詳しくは特定の中空構造を有する衝撃吸収部を備えることにより、衝撃吸収性能に優れる樹脂製衝撃吸収部材に関するものである。

[0145] 衝撃吸収部材は、その用途に応じて適切な衝撃吸収性能を備えるように、適宜設計を変更する必要がある。しかしながら、上記特許文献4～6に記載された樹脂製衝撃吸収部材は、上述したように構造が複雑であることから、衝撃吸収性能を調整するにはその都度、部品の形状や部品の個数を変更する必要があった。このため、上記特許文献4～6に記載されたような樹脂製衝撃吸収部材は、その用途に応じて適切な衝撃吸収性能を実現することが困難であり、用途が制限される場合が多くあった。

[0146] さらに、樹脂製衝撃吸収部材においては、上述したような問題点に加え、接合に関する問題があった。すなわち、樹脂材料からなる部品同士を接合する方法としては、通常、熱溶着や機械締結等の手段が用いられる。しかしながら、機械締結の場合は、機械締結のために使用するリベットやボルト、ナットにより重量増となってしまい、樹脂材料を用いたことによる十分な軽量化を実現できない場合があった。一方、熱溶着の場合、熱溶着によって接合した複数の部品からなる樹脂製衝撃吸収部材に対して軸圧縮試験を行うと、部品の接合面が剥れてしまい、当初設計した通りの衝撃吸収性能を達成できない事象も見受けられた。

[0147] 第3態様は上述した各問題点に鑑みてなされたものであり、簡易な構造で、用途に応じた衝撃吸収性能の調整が容易にできる樹脂製衝撃吸収部材を提供することを主目的とするものである。

[0148] 上記課題を解決するために、複数の部材を組み合わせて樹脂製衝撃吸収部材を構成し、かつ特定の部品の変更を行うだけで衝撃吸収性能を制御できる衝撃吸収構造を採用することによって、用途に応じた衝撃吸収性能の調整が容易になり、かつ、設計要因から発生する形状変更の際にも、その変更が部品全体に及ばないようにできることを見出し、第3態様を完成するに至ったものである。

[0149] 第3態様の樹脂製衝撃吸収部材は、簡易な構造で、用途に応じた衝撃吸収性能の調整が容易であるという効果を奏する。

[0150] 中空構造を有する樹脂製衝撃吸収部材に効率よくエネルギーを吸収させるには、衝撃荷重を負荷した際、エネルギーの吸収完了まで各部品が閉断面を維持して存在しなくてはならない。しかしながら、部品同士が接合している接合部が剥れてしまうと閉断面が存在しなくなることから、それ以上エネルギーを吸収することは難しくなる。したがって、安定したエネルギー吸収を行わせるためには、エネルギーの吸収完了まで確実に部品同士を接合させ続けておく必要がある。この点、第3態様の樹脂製衝撃吸収部材における衝撃吸収部は、衝撃吸収補助部が上記境界部を覆うように形成された構造を有するため、衝撃吸収時に上記境界部が剥れてしまうことを抑制することができる。

また、第3態様によれば衝撃吸収補助部の形状を適宜変更することにより、さまざまな効果を期待できる。例えば、上記衝撃吸収補助部の一部に衝撃吸収方向に垂直な線状の凹形状を設けることにより、エネルギー吸収時に当該凹形状が形成された位置で衝撃吸収部を座屈させ、エネルギーの吸収を開始させることが可能になる。さらに、衝撃吸収性能を向上させたい場合は、例えば、衝撃吸収補助部材の厚みを増やしたり、或いは形状を適宜変更するだけでよい。すなわち、第3態様の樹脂製衝撃吸収部材によれば、衝撃吸収

部を構成する主要な部品である中空衝撃吸収体の厚みを増やしたり、形状を変更することなく、衝撃吸収補助部の厚みや形状を変更するのみで、用途に応じた衝撃吸収性能の調整が可能になるのである。通常、金属を用いた部品では部品の厚みが一定の形状が多いため、衝撃吸収性能を調整するために厚みを変更すると、それまで使用していた材料の使い回しが出来ずに使用不可となってしまい、材料の無駄が発生してしまうケースがあった。しかしながら、第3態様では、衝撃吸収性能を調整する際に、中空衝撃吸収体の厚みを変更する必要がなく、補助部材の変更のみに留めることが可能になる。

さらに、第3態様によれば、衝撃吸収補助部の形状を工夫し、フランジ部に対して空間を設けることにより、フランジ部を熱溶着、特に振動溶着を施した際に発生するバリも覆うことが出来るため、フランジ部の加工処理も省略できることが期待できる。

- [0151] 第3態様の樹脂製衝撃吸収部材は、樹脂製衝撃吸収部材の一端に入力された衝撃エネルギーを衝撃吸収部で吸収することにより、他端側への衝撃を抑制するために使用されるものである。また、第3態様の樹脂製衝撃吸収部材は、所謂、軸圧縮方向に対する衝撃吸収を想定したものであり、衝撃吸収部の中空構造の貫通方向と同軸方向に受ける衝撃を吸収させるために用いるものであるが、前述の衝撃吸収補助部の存在により、軸圧縮方向に対し垂直方向に作用し部品に掛かる捩り荷重に対しても剛性を發揮する。以下、この「衝撃吸収部の中空構造の貫通方向と同軸方向」を「衝撃吸収方向」という。
- [0152] また、上記「衝撃吸収特性」とは、吸収した衝撃エネルギー量を吸収の際に破壊された部位の部品重量で除した値を指しており、この数値が大きい程「衝撃吸収特性」に優れていることを意味する。
- [0153] なお、第3態様の樹脂製衝撃吸収部材の一端から入力された衝撃エネルギーは衝撃吸収部で吸収されるが、その衝撃吸収機構は、衝撃吸収方向の衝撃吸収部の圧壊現象を利用したものである。すなわち、通常、衝撃吸収部に衝撃が加わると、図36に例示するように、衝撃荷重Fを吸収しながら、圧壊現象により変位Sが生じ、この衝撃荷重F-変位S曲線に囲まれた面積が吸

収された衝撃エネルギー量となる。圧壊現象は衝撃吸収方向の圧縮破壊と、それに伴い発生する座屈現象からなるものであるが、座屈現象により、図3-6に示すように、初期衝撃荷重以降に加わる荷重は初期衝撃荷重よりも低くなるため、所望の衝撃吸収を達成するためには変位が大きくなってしまう。変位が大きくなると、その分、衝撃吸収部も大きくする必要があるため好ましくない。また、衝撃吸収時の衝撃荷重が大きいと、衝突時に人員が受ける衝撃が大きくなるため好ましくない。よって、衝撃吸収部は図3-7に例示するように、最大衝撃荷重及び変位が小さくなるように、変位に対して衝撃荷重が一定となるように設計することが好ましい。

[0154] 上述したような安定した衝撃吸収性能を得るためにには、圧壊現象時に生じる座屈現象のピッチ（以下、「座屈ピッチ」という。）を小さくすることが必要である。座屈ピッチが大きい場合、座屈に伴って衝撃荷重が急激に低下してしまうために、所望の衝撃エネルギー量の吸収に要する変位が大きくなってしまう。そのため、安定した衝撃吸収性能を得るためにには、小さい座屈ピッチを繰り返し、衝撃荷重の急低下が発生しないような設計が必要である。第3態様の樹脂製衝撃吸収部材は、上述した特定の中空構造を有する衝撃吸収部を用いることで、座屈ピッチを小さくすること且つ閉断面を維持することを実現し、これによって安定した衝撃吸収性能を実現するものである。

[0155] 第3態様の樹脂製衝撃吸収部材は、少なくとも上記衝撃吸収部を有するものであり、必要に応じて他の構成を有してもよいものである。

[0156] 第3態様の樹脂製衝撃吸収部材は、上記衝撃吸収部の中空構造が特定のパラメータを充足することが必須でないこと、並びに上記衝撃吸収部に用いられる材料（第1樹脂材料）が樹脂材料であれば特に限定されるものではなく、纖維強化樹脂材料が用いられることが必須でないことを除き、上記本発明の態様において説明した樹脂製衝撃吸収部材と同様である。上記第3態様の第1樹脂材料及び第2樹脂材料としては、上記本発明の態様の衝撃吸収補助部において記載した樹脂材料を用いることができる。第3態様の衝撃吸収部は、 $L_1 / t_1$  の最大値が40以下であってもよいし、上記樹脂材料として

纖維強化樹脂材料が用いられることが好ましい。

[0157] (纖維強化樹脂材料の製造方法)

次に第3態様に用いられる纖維強化樹脂材料の製造方法について説明する。第3態様に用いられる纖維強化樹脂材料は、一般的に公知の方法を用いて製造することができる。例えば、マトリックス樹脂として熱可塑性樹脂が用いられる場合は、1. 強化纖維をカットする工程、2. カットされた強化纖維を開纖させる工程、3. 開纖させた強化纖維と纖維状又は粒子状の熱可塑性樹脂を混合した後、加熱圧縮してプリプレグを得る工程により製造することができるが、この限りではない。なお、この方法の場合、前記プリプレグが纖維強化樹脂材料である。

[0158] 第3態様に用いられる第1樹脂材料と第2樹脂材料とは同一であってもよく、相互に異なっていてもよい。第1樹脂材料と第2樹脂材料とが相互に異なる態様としては、第3態様に用いられる衝撃吸収部に所望の衝撃吸収性能を付与できる態様で特に限定されるものではない。このような態様としては、例えば、上記第1樹脂材料及び第2樹脂材料の一方に上記纖維強化樹脂材料を用い、他方に熱可塑性樹脂又は熱硬化性樹脂を用いる態様、上記第1樹脂材料及び第2樹脂材料として、強化纖維の平均纖維長、強化纖維の体積含有率、マトリックス樹脂の種類等が相互に異なる纖維強化樹脂材料を用いる態様等を挙げることができるが、これに限られるものではない。

[0159] (樹脂製衝撃吸収部材)

上述したように、第3態様の樹脂製衝撃吸収部材は、少なくとも上述した衝撃吸収部を有するものであるが、第3態様を損なわない範囲で、当該衝撃吸収部以外の他の構成を有していてもよい。第3態様に用いられる他の構成としては、第3態様の樹脂製衝撃吸収部材の用途等に応じ、第3態様の目的を損なわない範囲で適宜選択することができるものであり、特に限定されるものではないが、例えば、周辺の部品と接続するためのフランジ部材を挙げることができる。

[0160] 次に、第3態様の樹脂製衝撃吸収部材の製造方法について説明する。第3

態様の樹脂製衝撃吸収部材は、上述した衝撃吸収部を製造することによって得ることができる。第3態様における衝撃吸収部は、一般的に公知の方法を用いて製造することができ、例えば、第1樹脂材料及び第2樹脂材料として、強化纖維及び熱可塑性樹脂を含有する纖維強化樹脂材料を用いる場合は、纖維強化樹脂材料を予め軟化点以上の温度に加熱し、次いで纖維強化樹脂材料を構成する熱可塑性樹脂の軟化点未満の温度を有する金型でコールドプレスする方法が適用できる。また、纖維強化樹脂材料を、熱可塑性樹脂の軟化点以上の温度を有する金型内に投入してプレスした後に、熱可塑性樹脂の軟化点未満の温度まで冷却するホットプレス法も適用できるが、この限りではない。

[0161] 第3態様の樹脂製衝撃吸収部材は、上記衝撃吸収部の一端に入力された衝撃エネルギーを衝撃吸収部で吸収することにより、他端側への衝撃を抑制するため使用されるものである。第3態様の樹脂製衝撃吸収部材は、所謂、軸圧縮方向に対する衝撃吸収を想定したものであり、衝撃吸収部の中空構造の貫通方向と同軸方向に受ける衝撃に対するものである。また、第3態様の樹脂製衝撃吸収部材は、簡易な構造のために様々な車両用部品に適用できる。

## 実施例

[0162] 以下に実施例を示すことにより、本発明についてさらに具体的に説明する。もっとも、本発明は以下の実施例の態様に限定されるものではない。

[0163] 本実施例における各値は、以下の方法に従って求めた。

### (1) 強化纖維の平均纖維長

纖維強化樹脂材料中の強化纖維の平均纖維長は、纖維強化樹脂材料を500°Cの炉内にて1時間加熱して、熱可塑性樹脂を除去した後、無作為に抽出した強化纖維100本の長さをノギスで1mm単位まで測定し、その平均値とした。平均纖維長が1mmを下回る場合は、光学顕微鏡下で0.1mm単位まで測定した。なお、熱硬化性の纖維強化樹脂材料中の強化纖維の平均纖維長を測定する場合は、纖維強化樹脂材料を500°Cの炉内にて3時間加熱

して、熱硬化性樹脂を除去した後、同様の方法で測定した。なお、本明細書においては、一定のカット長を用いているので、強化纖維の数平均纖維長と重量平均纖維長は一致する。

#### (2) 繊維強化樹脂材料中の強化纖維の体積含有率

繊維強化樹脂材料中の強化纖維の体積含有率は、水中置換法により繊維強化樹脂材料の密度を求め、予め測定した強化纖維単独の密度と樹脂単独の密度との関係から、強化纖維の体積含有率を算出した。

#### (3) 繊維強化樹脂材料の圧縮弾性率及び圧縮強度

繊維強化樹脂材料の圧縮弾性率及び圧縮強度は、事前に80°C真空下で24時間乾燥させた試験片をJIS K7076:1991に準拠して測定した。

#### (4) 热可塑性樹脂の破壊伸度

热可塑性樹脂の破壊伸度は、事前に80°C真空下で24時間乾燥させた試験片をJIS K7162:1994に準拠して測定した。

#### (5) 樹脂製衝撃吸収部材の衝撃吸収性能

樹脂製衝撃吸収部材の衝撃吸収性能の評価は、IMATEK社製落錐衝撃試験機IM10を使用して、樹脂製衝撃吸収部材の中空構造の貫通方向と同軸方向に2500Jの衝撃エネルギーを付与した際の、初期衝撃荷重と衝撃吸収に要した変位を測定することで行った。なお、初期衝撃荷重及び衝撃吸収に要した変位共に小さい方が、衝撃吸収性能は優れているといえる。

#### [0164] [参考例1]

強化纖維として、平均纖維長20mmにカットした東邦テナックス社製の炭素纖維「テナックス（登録商標）」STS40-24KS（平均纖維径7μm）を使用し、熱可塑性樹脂として、ユニチカ社製のナイロン6樹脂A1030（破壊伸度50%）を使用して、面内方向に炭素纖維が2次元ランダム配向し、かつ、纖維強化樹脂材料全体に対する纖維体積含有率が35%となるように混合し、280°Cに加熱したプレス装置にて、圧力2.0MPaで5分間加熱圧縮することで纖維強化樹脂材料Aを作製した。得られ

た纖維強化樹脂材料Aの平均纖維長は約20mmであり、纖維体積含有率は約35Vο1%であり、圧縮弾性率は25GPaであり、圧縮強度は300MPaであった。

[0165] [参考例2]

強化纖維を平均纖維長が約0.5mmとなるように粉碎し、纖維体積含有率を15Vο1%とした以外は、参考例1と同様の方法で、纖維強化樹脂材料Bを作製した。得られた纖維強化樹脂材料Bの平均纖維長は約0.5mmであり、纖維体積含有率は約15Vο1%であり、圧縮弾性率は7GPaであり、圧縮強度は110MPaであった。

[0166] [参考例3]

強化纖維の平均纖維長を200mmにカットした以外は、参考例1と同様の方法で、纖維強化樹脂材料Cを作製した。得られた纖維強化樹脂材料Cの平均纖維長は約200mmであり、纖維体積含有率は約35Vο1%であり、圧縮弾性率は35GPaであり、圧縮強度は620MPaであった。

[0167] [参考例4]

強化纖維として、平均纖維長20mmにカットした、東邦テナックス社製の炭素纖維「テナックス（登録商標）」STS40-24KS（平均纖維径7μm）と、熱硬化性樹脂として、三菱化学社製のビスフェノールA型エポキシ樹脂「jER（登録商標）」828（破断伸度5%）とを加熱混合し、次いで、硬化剤として、三菱化学社製の変性芳香族アミン系硬化剤「jERCキュア（登録商標）」Wを追加混練し、得られた組成物をコーナーにて平板状に引き延ばすことで、熱硬化性纖維強化樹脂プリプレグを得た。なお、纖維強化樹脂材料中の強化纖維の纖維体積含有率が35Vο1%となるように、強化纖維及び樹脂の比率を調整した。得られたプリプレグを金型にセットし、加熱温度180°C、圧力1.0MPaの条件下で4時間硬化させることにより、纖維強化樹脂材料Dを作成した。前記纖維強化樹脂材料Dの平均纖維長は約20mmであり、纖維体積含有率は約35Vο1%であり、圧縮弾性率は23GPaであり、圧縮強度は280MPaであった。

## [0168] [実施例 1]

参考例 1 の纖維強化樹脂材料 A を 280°C まで加熱し、コールドプレス成形を行い、さらにフランジ部を振動溶着することにより、図 9 に示すような六角形型の衝撃吸収部からなる樹脂製衝撃吸収部材を作製した。なお、図 9 (b) は、同図 (a) に示す衝撃吸収部の衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状を示すものである。本実施例における各部の寸法は、 $a = 44\text{ mm}$ 、 $b = 31\text{ mm}$ 、 $c = 15\text{ mm}$ 、 $d = 105^\circ$ 、 $e = 200\text{ mm}$ 、外筒部の厚み  $t_1$  は  $2.0\text{ mm}$  均一であり、衝撃吸収方向全域に渡って、衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状は一様である。前記衝撃吸収部の衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状における重心位置から同一断面における外筒部までの距離  $L_1$  と、該外筒部の厚み  $t_1$  との比  $L_1/t_1$  の最大値は 19 であり、六角形の各辺における辺長  $L_2$  と該辺を構成する前記外筒部の平均厚み  $t_2$  との比  $L_2/t_2$  の最大値は 22 である。

[0169] 作製した樹脂製衝撃吸収部材を落錐衝撃試験機に、衝撃吸収方向が鉛直となるようにセットし、衝撃吸収方向と同軸方向に 2500J の衝撃エネルギーを付与したところ、初期衝撃荷重は 105kN、衝撃吸収に要した変位は 45mm であった。

## [0170] [実施例 2]

参考例 1 の纖維強化樹脂材料 A を 280°C まで加熱し、コールドプレス成形を行い、さらにフランジ部を振動溶着することにより、図 10 に示すような円形型の衝撃吸収部からなる樹脂製衝撃吸収部材を作製した。なお、図 10 (b) は、同図 (a) に示す衝撃吸収部の衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状を示すものである。本実施例における各部の寸法は、 $a = 34\text{ mm}$ 、 $b = 200\text{ mm}$ 、外筒部の厚み  $t_1$  は  $2.0\text{ mm}$  均一であり、衝撃吸収方向全域に渡って、衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状は一様である。前記衝撃吸収部の衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状における重心位置から同一断面における外筒部までの距離  $L_1$  と、該外筒部の厚み  $t_1$  との比  $L_1/t_1$  の最大値は 16 である。

[0171] 作製した樹脂製衝撃吸収部材を落錐衝撃試験機に、衝撃吸収方向が鉛直となるようにセットし、衝撃吸収方向と同軸方向に2500Jの衝撃エネルギーを付与したところ、初期衝撃荷重は108kN、衝撃吸収に要した変位は41mmであった。また、実施例1の初期衝撃荷重に対する初期衝撃荷重比は1.03、実施例1の衝撃吸収に要した変位に対する変位比は0.91であり、実施例1と略同等の衝撃吸収性能を示した。

[0172] [実施例3]

参考例1の纖維強化樹脂材料Aを280°Cまで加熱し、コールドプレス成形を行い、さらにフランジ部を振動溶着することにより、図11に示すような四角形型の衝撃吸収部からなる樹脂製衝撃吸収部材を作製した。なお、図11(b)は、同図(a)に示す衝撃吸収部の衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状を示すものである。本実施例における各部の寸法は、 $a = 90\text{ mm}$ 、 $b = 20\text{ mm}$ 、 $c = 90\text{ 度}$ 、 $d = 200\text{ mm}$ 、外筒部の厚み $t_1$ は $2.0\text{ mm}$ 均一であり、衝撃吸収方向全域に渡って、衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状は一様である。前記衝撃吸収部の衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状における重心位置から同一断面における外筒部までの距離 $L_1$ と、該外筒部の厚み $t_1$ との比 $L_1/t_1$ の最大値は23であり、四角形の各辺における辺長 $L_2$ と該辺を構成する前記外筒部の平均厚み $t_2$ との比 $L_2/t_2$ の最大値は45である。

[0173] 作製した樹脂製衝撃吸収部材を落錐衝撃試験機に、衝撃吸収方向が鉛直となるようにセットし、衝撃吸収方向と同軸方向に2500Jの衝撃エネルギーを付与したところ、初期衝撃荷重は110kN、衝撃吸収に要した変位は66mmであった。また、実施例1の初期衝撃荷重に対する初期衝撃荷重比は1.05、実施例1の衝撃吸収に要した変位に対する変位比は1.47であり、実施例1と比較して、衝撃吸収に要した変位がやや大きい結果であった。

[0174] [実施例4]

参考例1の纖維強化樹脂材料Aを280°Cまで加熱し、コールドプレス成

形を行い、さらにフランジ部を振動溶着することにより、図9に示すような六角形型の衝撃吸収部からなる樹脂製衝撃吸収部材を作製した。本実施例における各部の寸法は、 $a = 66\text{ mm}$ 、 $b = 49.5\text{ mm}$ 、 $c = 22.5\text{ mm}$ 、 $d = 105^\circ$ 、 $e = 200\text{ mm}$ 、外筒部の厚み $t_1$ は $1.5\text{ mm}$ 均一であり、衝撃吸収方向全域に渡って、衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状は一様である。前記衝撃吸収部の衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状における重心位置から同一断面における外筒部までの距離 $L_1$ と、該外筒部の厚み $t_1$ との比 $L_1/t_1$ の最大値は38であり、六角形の各辺における辺長 $L_2$ と該辺を構成する前記外筒部の平均厚み $t_2$ との比 $L_2/t_2$ の最大値は44である。

[0175] 作製した樹脂製衝撃吸収部材を落錐衝撃試験機に、衝撃吸収方向が鉛直となるようにセットし、衝撃吸収方向と同軸方向に $2500\text{ J}$ の衝撃エネルギーを付与したところ、初期衝撃荷重は $113\text{ kN}$ 、衝撃吸収に要した変位は $69\text{ mm}$ であった。また、実施例1の初期衝撃荷重に対する初期衝撃荷重比は $1.08$ 、実施例1の衝撃吸収に要した変位に対する変位比は $1.53$ であり、実施例1と比較して、衝撃吸収に要した変位がやや大きい結果であった。

[0176] [実施例5]

強化纖維として、平均纖維長 $20\text{ mm}$ にカットした東邦テナックス社製の炭素纖維「テナックス（登録商標）」STS40-24KS（平均纖維径 $7\text{ }\mu\text{m}$ ）を使用し、熱可塑性樹脂として、ユニチカ社製のナイロン6樹脂A1030（破断伸度50%）を使用して、面内方向に炭素纖維が2次元ランダム配向し、かつ、纖維強化樹脂材料全体に対する纖維体積含有率が20%と35%となるように混合し、 $280^\circ\text{C}$ に加熱したプレス装置にて、圧力 $2.0\text{ MPa}$ で5分間加熱圧縮することで平均纖維長は約 $20\text{ mm}$ 、纖維体積含有率が約20%の熱可塑性樹脂基材Eと35%の熱可塑性樹脂基材Fを作製した。熱可塑性樹脂基材E、Fの圧縮強度を測定した結果、それぞれ $150\text{ MPa}$ 、 $300\text{ MPa}$ であった。

[0177] 得られた熱可塑性樹脂基材E及びFを280°Cまで加熱した後、熱可塑性樹脂基材E、Fの端部を一部重ね合わせてコールドプレス成形を行うことにより衝撃を受ける先端側から後端側へ向かって圧縮強度が高くなる順、熱可塑性樹脂基材E、Fの順で結合し、両熱可塑性樹脂基材E、Fの長さの比が1：4である衝撃吸収性基材の成形品を得た。このとき、熱可塑性樹脂基材Eの平均厚みは1.6mmであり、熱可塑性樹脂基材Fの平均厚みは1.6mmであった。また、熱可塑性樹脂基材E、Fはその境界において厚み方向の存在割合が連続的に変化するように結合されていた。なお、成形品の形状は図22(a)に示す通りであり、各部の寸法は、a1=50mm、b1=100mm、c1=12mm、d1=80度、e1=150mmであった。次いで、この衝撃吸収性基材の成形品のフランジ部を振動溶着することにより、図22(b)に示す、六角形型の衝撃吸収部からなる樹脂製衝撃吸収部材を作製した。

[0178] 以上のようにして作製した樹脂製衝撃吸収部材を落錐衝撃試験機に、衝撃吸収方向が鉛直となるようにセットし、衝撃吸収方向と同軸方向に500Jの圧縮荷重を付与したところ、初期衝撃荷重は34.4kN、衝撃吸収に要した変位は39.4mmであった。

実施例5の樹脂製衝撃吸収部材について、熱可塑性樹脂基材Eの圧縮弾性率は、12GPaであり、熱可塑性樹脂基材Fの圧縮弾性率は25GPaであり、L1/t1の最大値は39であった。

[0179] [実施例6]

実施例5の纖維強化樹脂材料Fを280°Cまで加熱し、コールドプレス成形することにより衝撃吸収性基材の成形品を得た。次いで、当該衝撃吸収性基材の成形品のフランジ部を振動溶着することにより、実施例5と同形状の六角形型の衝撃吸収部からなる樹脂製衝撃吸収部材を作製した。作製した樹脂製衝撃吸収部材を落錐衝撃試験機に、衝撃吸収方向が鉛直となるようにセットし、衝撃吸収方向と同軸方向に500Jの圧縮荷重を付与したところ、初期衝撃荷重は48.6kN、衝撃吸収に要した変位は63.0mmであつ

た。

実施例6の樹脂製衝撃吸収部材について、熱可塑性樹脂基材Fの圧縮弾性率は25GPaであり、 $L_1/t_1$ の最大値は39であった。

[0180] [実施例7]

強化纖維として平均纖維長20mmにカットした東邦テナックス社製のPAN系炭素纖維「テナックス（登録商標）」STS40-24KS（平均纖維径7μm）を使用し、熱可塑性樹脂としてユニチカ社製のナイロン6樹脂A1030（破壊伸度50%）を使用して、面内方向に炭素纖維が2次元ランダム配向し、かつ、纖維強化樹脂材料全体に対する纖維体積含有率が35V0.1%となるように混合し、280℃に加熱したプレス装置にて、圧力2.0MPaで5分間加熱圧縮することで纖維強化樹脂材料Gを作製する。得られる纖維強化樹脂材料Gの平均纖維長は約20mmであり、圧縮弾性率は25GPaであり、圧縮強度は300MPaであり、密度は1300kg/m<sup>3</sup>である。

[0181] 上記纖維強化樹脂材料Gを用い、これを280℃まで加熱し、コールドプレス成形により、樹脂成形品及び衝撃吸収補助部とする。次いで、この樹脂成形品のフランジ部を振動溶着し、かつフランジ部から構成される境界部を覆うように衝撃吸収補助部とすることにより、図34に示す衝撃吸収部からなる樹脂製衝撃吸収部材とする。本実施例における衝撃吸収部の各部の寸法は、 $m=36.32\text{ mm}$ 、 $n=12\text{ mm}$ 、 $p=90\text{ mm}$ 、 $q=30\text{ mm}$ 、 $r=105\text{ 度}$ 、 $s=105\text{ 度}$ である。また、樹脂成形品の厚みは2mm均一である。さらに、衝撃吸収補助部は厚みが1mmで均一であり、衝撃吸収方向全域に渡って、衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状は略一様とする。衝撃吸収部の各部の寸法を表す符号の内容は、図33に示すとおりである。

[0182] この樹脂製衝撃吸収部材を衝撃吸収方向が鉛直となるようにし、衝撃吸収方向と同軸方向に6000Jの衝撃エネルギーを付与すると、初期衝撃荷重は132kN、衝撃吸収に要した変位は109mmとなる。また、衝撃吸収特性は66.4J/gとなる。

実施例 7 の樹脂製衝撃吸収部材について、 $L_1 / t_1$  の最大値は 17、 $L_2 / t_2$  の最大値は 21 であった。

[0183] [実施例 8]

衝撃吸収補助部の厚みを 2 mm とすること以外は、実施例 7 と同様の方法により樹脂製衝撃吸収部材とする。

この樹脂製衝撃吸収部材を衝撃吸収方向が鉛直となるようにし、衝撃吸収方向と同軸方向に 6000 J の衝撃エネルギーを付与すると、初期衝撃荷重は 156 kN、衝撃吸収に要した変位は 90 mm となる。また、衝撃吸収特性は 69.9 J/g となる。

[0184] [実施例 9]

衝撃吸収補助部の厚みを 4 mm とすること以外は、実施例 7 と同様の方法により樹脂製衝撃吸収部材とする。

この樹脂製衝撃吸収部材を衝撃吸収方向が鉛直となるようにし、衝撃吸収方向と同軸方向に 6000 J の衝撃エネルギーを付与すると、初期衝撃荷重は 198 kN、衝撃吸収に要した変位は 68 mm となる。また、衝撃吸収特性は 72.1 J/g となる。

[0185] [実施例 10]

実施例 7 の纖維強化樹脂材料 G を 280°C まで加熱し、コールドプレス成形により樹脂成形品とする。次いで、当該樹脂成形品のフランジ部を振動溶着することにより、図 35 に示すような衝撃吸収部からなる樹脂製衝撃吸収部材とする。本実施例においては、衝撃吸収補助部は用いない。本実施例における衝撃吸収部の各部の寸法は、 $m = 36.32 \text{ mm}$ 、 $n = 12 \text{ mm}$ 、 $p = 90 \text{ mm}$ 、 $q = 30 \text{ mm}$ 、 $r = 105^\circ$ 、 $s = 105^\circ$  である。また、樹脂成形品の厚みは 2 mm である。

[0186] この樹脂製衝撃吸収部材を衝撃吸収方向が鉛直となるようにし、衝撃吸収方向と同軸方向に 6000 J の衝撃エネルギーを付与すると、初期衝撃荷重は 114 kN、衝撃吸収に要した変位は 141 mm となる。また、衝撃吸収特性は 59.8 J/g となる。

[0187] 上記実施例7～9は、第3態様の実施例にも相当する。

[0188] [比較例1]

参考例1の纖維強化樹脂材料Aを280°Cまで加熱し、コールドプレス成形を行い、さらにフランジ部を振動溶着することにより、図9に示すような六角形型の衝撃吸収部からなる樹脂製衝撃吸収部材を作製した。本比較例における各部の寸法は、 $a = 88\text{ mm}$ 、 $b = 62\text{ mm}$ 、 $c = 15\text{ mm}$ 、 $d = 105$ 度、 $e = 200\text{ mm}$ 、外筒部の厚み $t_1$ は $1.0\text{ mm}$ 均一であり、衝撃吸収方向全域に渡って、衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状は一様である。前記衝撃吸収部の衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状における重心位置から同一断面における外筒部までの距離 $L_1$ と、該外筒部の厚み $t_1$ との比 $L_1/t_1$ の最大値は76であり、六角形の各辺における辺長 $L_2$ と該辺を構成する前記外筒部の平均厚み $t_2$ との比 $L_2/t_2$ の最大値は88である。

[0189] 作製した樹脂製衝撃吸収部材を落錐衝撃試験機に、衝撃吸収方向が鉛直となるようにセットし、衝撃吸収方向と同軸方向に2500Jの衝撃エネルギーを付与したところ、初期衝撃荷重は105kN、衝撃吸収に要した変位は180mmであった。また、実施例1の初期衝撃荷重に対する初期衝撃荷重比は1.00、実施例1の衝撃吸収に要した変位に対する変位比は4.00であり、実施例1と比較して、衝撃吸収に要した変位が4倍も大きい結果であった。

[0190] [比較例2]

参考例1の纖維強化樹脂材料Aを280°Cまで加熱し、コールドプレス成形を行い、さらにフランジ部を振動溶着することにより、図9に示すような六角形型の衝撃吸収部からなる樹脂製衝撃吸収部材を作製した。本比較例における各部の寸法は、 $a = 66\text{ mm}$ 、 $b = 49.5\text{ mm}$ 、 $c = 22.5\text{ mm}$ 、 $d = 105$ 度、 $e = 200\text{ mm}$ 、外筒部の厚み $t_1$ は $1.2\text{ mm}$ 均一であり、衝撃吸収方向全域に渡って、衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状は一様である。前記衝撃吸収部の衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状にお

ける重心位置から同一断面における外筒部までの距離 $L_1$ と、該外筒部の厚み $t_1$ との比 $L_1/t_1$ の最大値は4.7.5であり、六角形の各辺における辺長 $L_2$ と該辺を構成する前記外筒部の平均厚み $t_2$ との比 $L_2/t_2$ の最大値は5.5である。

[0191] 作製した樹脂製衝撃吸収部材を落錐衝撃試験機に、衝撃吸収方向が鉛直となるようにセットし、衝撃吸収方向と同軸方向に2500Jの衝撃エネルギーを付与したところ、初期衝撃荷重は102kN、衝撃吸収に要した変位は104mmであった。また、実施例1の初期衝撃荷重に対する初期衝撃荷重比は0.97、実施例1の衝撃吸収に要した変位に対する変位比は2.31であり、実施例1と比較して、衝撃吸収に要した変位が2.31倍も大きい結果であった。

[0192] [比較例3]

参考例2の纖維強化樹脂材料Bを使用して、実施例1と同様の方法で、同形状の樹脂製衝撃吸収部材を作製した。作製した樹脂製衝撃吸収部材を落錐衝撃試験機に、衝撃吸収方向が鉛直となるようにセットし、衝撃吸収方向と同軸方向に2500Jの衝撃エネルギーを付与したところ、初期衝撃荷重は38kN、衝撃吸収に要した変位は165mmであった。また、実施例1の初期衝撃荷重に対する初期衝撃荷重比は0.36、実施例1の衝撃吸収に要した変位に対する変位比は3.67であり、実施例1と比較して、衝撃荷重は0.36倍であり良好である一方、衝撃吸収に要した変位は3.67倍も大きい結果であった。

[0193] [比較例4]

参考例3の纖維強化樹脂材料Cを使用して、実施例1と同様の方法で、同形状の樹脂製衝撃吸収部材を作製した。作製した樹脂製衝撃吸収部材を落錐衝撃試験機に、衝撃吸収方向が鉛直となるようにセットし、衝撃吸収方向と同軸方向に2500Jの衝撃エネルギーを付与したところ、初期衝撃荷重は220kN、衝撃吸収に要した変位は28mmであった。また、実施例1の初期衝撃荷重に対する初期衝撃荷重比は2.10、実施例1の衝撃吸収に要

した変位に対する変位比は0.62であり、実施例1と比較して、衝撃吸収に要した変位は0.62倍であり良好である一方、初期衝撃荷重は2.10倍も大きい結果であった。

[0194] [比較例5]

参考例4で得られた、熱硬化性繊維強化樹脂プリプレグを金型にセットし、加熱温度180°C、圧力1.0 MPaの条件下で4時間硬化させることにより、実施例1と同形状の熱硬化性樹脂製衝撃吸収部材を作製した。作製した樹脂製衝撃吸収部材を落錐衝撃試験機に、衝撃吸収方向が鉛直となるようにセットし、衝撃吸収方向と同軸方向に2500Jの衝撃エネルギーを付与したところ、初期衝撃荷重は99kN、衝撃吸収に要した変位は91mmであった。また、実施例1の初期衝撃荷重に対する初期衝撃荷重比は0.94、実施例1の衝撃吸収に要した変位に対する変位比は2.02であり、実施例1と比較して、衝撃吸収に要した変位が2.02倍も大きい結果であった。

[0195] 以下、参考として、第2態様の実施例及び比較例を示す。

[0196] 上記実施例5及び実施例6は、第2態様の実施例にも相当する。

[0197] [参考例5]

実施例5の繊維強化樹脂材料Fを280°Cまで加熱し、あらかじめ衝撃吸収性基材の厚みが衝撃を受ける先端側から後端側へ向かって1.3mmと1.6mm、さらに衝撃を受ける先端側から後端側へ向かってその長さの比が1:4になるよう設計された金型に投入し、コールドプレス成形することにより、衝撃吸収性基材の成形品を得た。次いで、当該衝撃吸収性基材の成形品のフランジ部を振動溶着することにより、実施例5と同形状の六角形型の衝撃吸収部からなる樹脂製衝撃吸収部材を作製した。作製した樹脂製衝撃吸収部材を落錐衝撃試験機に、衝撃吸収方向が鉛直となるようにセットし、衝撃吸収方向と同軸方向に500Jの圧縮荷重を付与したところ、初期衝撃荷重は35.9kN、衝撃吸収に要した変位は38.5mmであった。

[0198] [比較例6]

A5052（アルミニウム）をプレス成形し、さらにフランジ部をスポット溶接することにより、実施例5と同形状で外筒部の厚みが1.5mm均一の六角形型の衝撃吸収部からなるA5052（アルミニウム）製衝撃吸収部材を作製した。作製したアルミ製衝撃吸収部材を落錐衝撃試験機に、衝撃吸収方向が鉛直となるようにセットし、衝撃吸収方向と同軸方向に500Jの圧縮荷重を付与したところ、初期衝撃荷重は108.3kN、衝撃吸収に要した変位は10.9mmであった。

[0199] 上記実施例5、実施例6及び比較例6の結果から、第2態様の樹脂製衝撃吸収部材は、単一の熱可塑性樹脂基材からなる衝撃吸収性基材が用いられた樹脂製衝撃吸収部材に比べ、初期衝撃荷重を低く抑え、衝撃吸収に要する変位も低く抑えることが可能となることが確認検証された。また、第2態様の樹脂製衝撃吸収部材は、圧縮強度を変更するために厚みに変化を持たせた樹脂製衝撃吸収部材（参考例5）とほぼ同等の性能を得ることが可能であり、さらに、第2態様の樹脂製衝撃吸収部材は、A5052（アルミニウム）からなる比較例6の衝撃吸収部材と比較すると重量が約2分の1程度であった。また、比較例6の衝撃吸収部材は最大変位量が小さいものの試験体全体が座屈変形したのに対し、第2態様の樹脂製衝撃吸収部材は先端で発生した破壊が隣接部に波及し、荷重方向に順次破壊が進むことで衝撃を吸収することが可能となるため、熱可塑性樹脂基材同士の重なりが発生しない分、樹脂製衝撃吸収部材の全長を有効に使用することが可能となり、全長を短くすることができることが分かった。

## 産業上の利用可能性

[0200] 本発明の樹脂製衝撃吸収部材は、一端に入力された衝撃エネルギーを衝撃吸収部で吸収することにより、他端側への衝撃を抑制するために使用されるものであり、例えば、車両等の衝撃吸収装置に用いることができる。

[0201] 本発明を詳細にまた特定の実施態様を参照して説明したが、本発明の技術的思想の範囲を逸脱することなく様々な変更や修正を加えることができることは当業者にとって明らかである。

本出願は、2014年2月6日出願の日本特許出願（特願2014-021453）、2014年3月14日出願の日本特許出願（特願2014-052051）、及び2014年3月14日出願の日本特許出願（特願2014-052052）に基づくものであり、その内容はここに参考として取り込まれる。

## 符号の説明

[0202] 1 衝撃吸収部

2 外筒部

3 中空部

4 衝撃吸収部の衝撃吸収方向に直交する方向の断面

5 任意の断面4上の外筒部上の点

6 任意の断面4上の重心

7 任意の断面4上の外筒部の辺

X 衝撃吸収方向

10 樹脂製衝撃吸収部材

11 衝撃吸収性基材

11a、11b、11c 熱可塑性樹脂基材

12 衝撃吸収部

13 底部

14 蓋部

100 衝撃吸収部

20 中空衝撃吸収体

21、22 樹脂成形

21a 境界部

21b 開口部

30 衝撃吸収補助部

31 凸形状

32 凸部

3 3 線状凹部

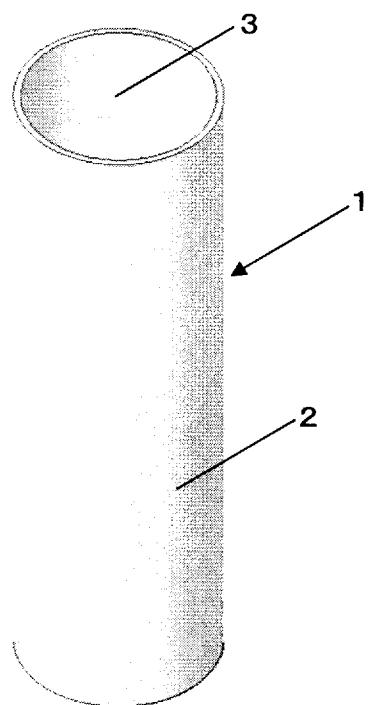
## 請求の範囲

- [請求項1] 強化纖維と熱可塑性樹脂とを含有する纖維強化樹脂材料からなり、外筒部と中空部とからなる中空構造の衝撃吸収部を有する樹脂製衝撃吸収部材であって、  
前記強化纖維は平均纖維長が1～100mmであり、前記熱可塑性樹脂は破壊伸度が10%以上であり、前記纖維強化樹脂材料は圧縮弾性率が10GPa以上であり、かつ圧縮強度が150～500MPaであり、  
前記衝撃吸収部は、衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状における重心位置から同一断面における外筒部までの距離L1と、該外筒部の厚みt1との比L1/t1の最大値が40以下であることを特徴とする樹脂製衝撃吸収部材。
- [請求項2] 前記衝撃吸収部の衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状が多角形であり、かつ該多角形の各辺における辺長L2と該辺を構成する前記外筒部の平均厚みt2との比L2/t2の最大値が40以下である、請求項1に記載の樹脂製衝撃吸収部材。
- [請求項3] 前記衝撃吸収部が、フランジ部を持つハット型が組み合わされてなる、請求項1又は請求項2に記載の樹脂製衝撃吸収部材。
- [請求項4] 前記衝撃吸収部の衝撃吸収方向に直交する方向の断面形状が、衝撃吸収方向全域に渡って一様な形状である、請求項1～3のいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材。
- [請求項5] 前記衝撃吸収部が单一の纖維強化樹脂材料からなる、請求項1～4のいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材。
- [請求項6] 前記衝撃吸収部が、前記纖維強化樹脂材料からなり、かつ厚みが略一定の衝撃吸収性基材から構成されており、  
前記衝撃吸収性基材は、衝撃吸収方向において圧縮強度が異なる複数の熱可塑性樹脂基材が結合されてなる請求項1～4のいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材。

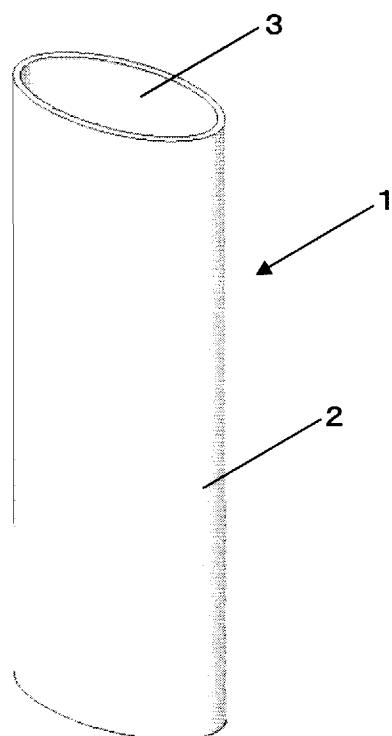
- [請求項7] 前記衝撃吸収性基材において、前記複数の熱可塑性樹脂基材が衝撃を受ける先端側から後端側へ向かって圧縮強度が高くなる順に配置されている、請求項6に記載の樹脂製衝撃吸収部材。
- [請求項8] 前記複数の熱可塑性樹脂基材が、前記強化纖維の体積含有率が互いに異なることにより、圧縮強度が異なる、請求項6又は請求項7に記載の樹脂製衝撃吸収部材。
- [請求項9] 前記衝撃吸収性基材は、隣接する熱可塑性樹脂基材がその境界において厚み方向の存在割合が連続的に変化するように結合されている、請求項6～8のいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材。
- [請求項10] 前記衝撃吸収部が、フランジ部を有し、前記纖維強化樹脂材料からなる複数の樹脂成形品が、前記フランジ部が相互に接することによって境界部を形成するように組み合わされたものであり、  
さらに前記境界部を覆うように形成された樹脂材料からなる衝撃吸収補助部を有する、請求項1～5までのいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材。
- [請求項11] 前記衝撃吸収補助部は、前記衝撃吸収部の衝撃吸収方向に対して垂直方向における断面積が、前記衝撃吸収方向において異なっている、請求項10に記載の樹脂製衝撃吸収部材。
- [請求項12] 前記衝撃吸収補助部は、前記断面積が前記衝撃吸収方向に沿って大きくなるように形成されている請求項11に記載の樹脂製衝撃吸収部材。
- [請求項13] 前記境界部が、少なくとも一部において、前記境界部の端面と前記衝撃吸収補助部の内面との間に空間を有するように、前記衝撃吸収補助部によって覆われている、請求項10～12のいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材。
- [請求項14] 前記境界部を形成する前記フランジ部が相互に接合されている、請求項10～13のいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材。
- [請求項15] 請求項1～14のいずれか1項に記載の樹脂製衝撃吸収部材から構

成される車両用部品。

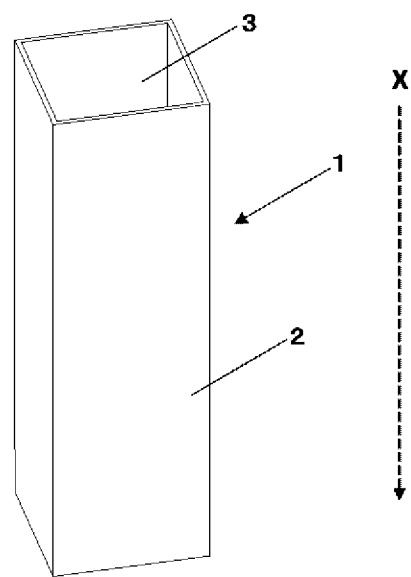
[図1]



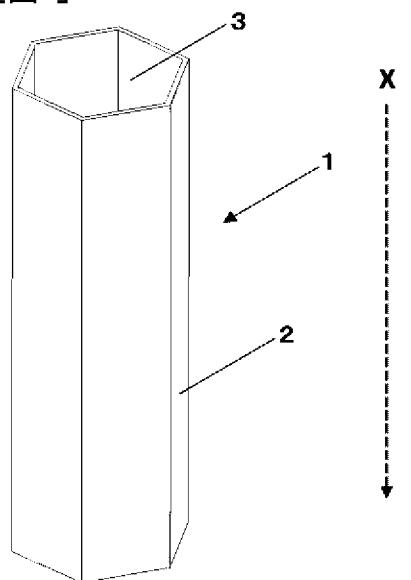
[図2]



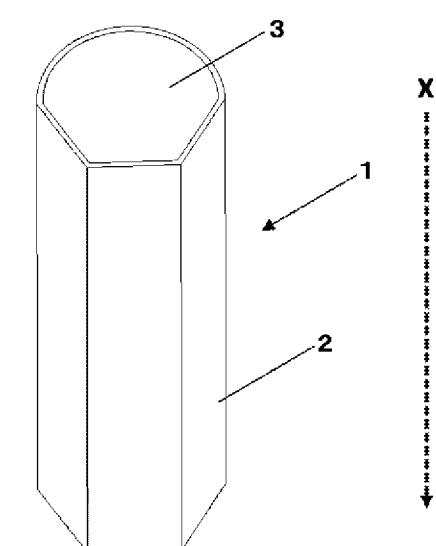
[図3]



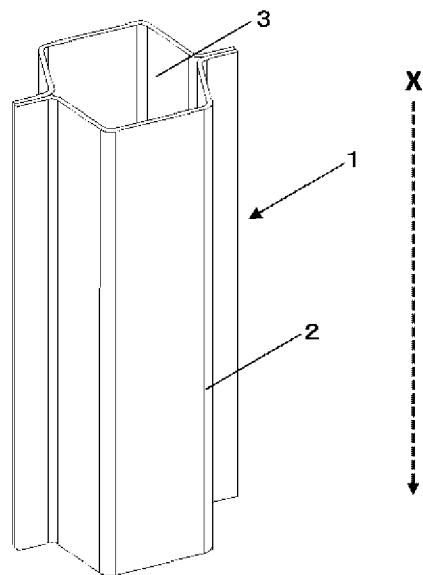
[図4]



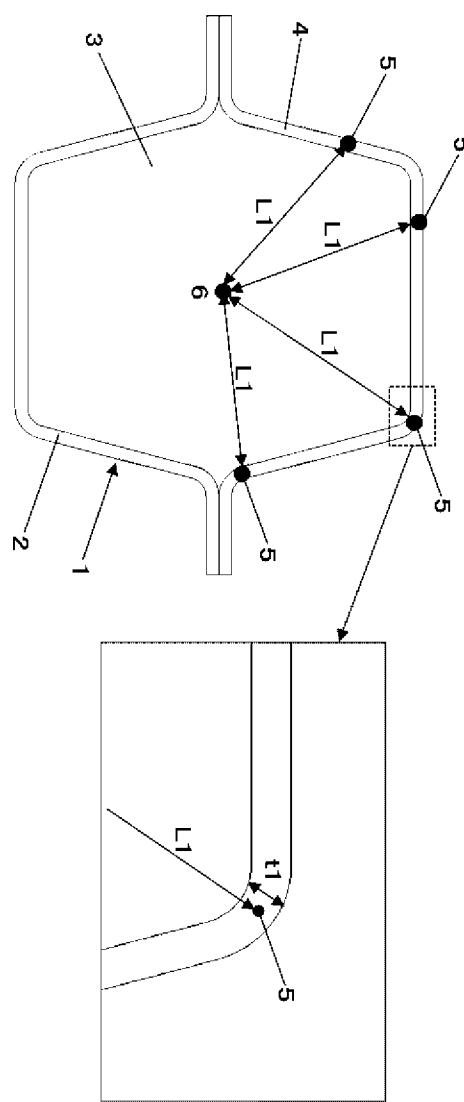
[図5]



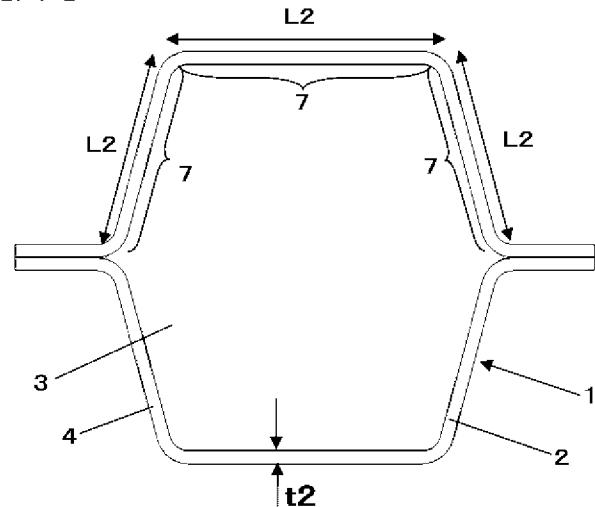
[図6]



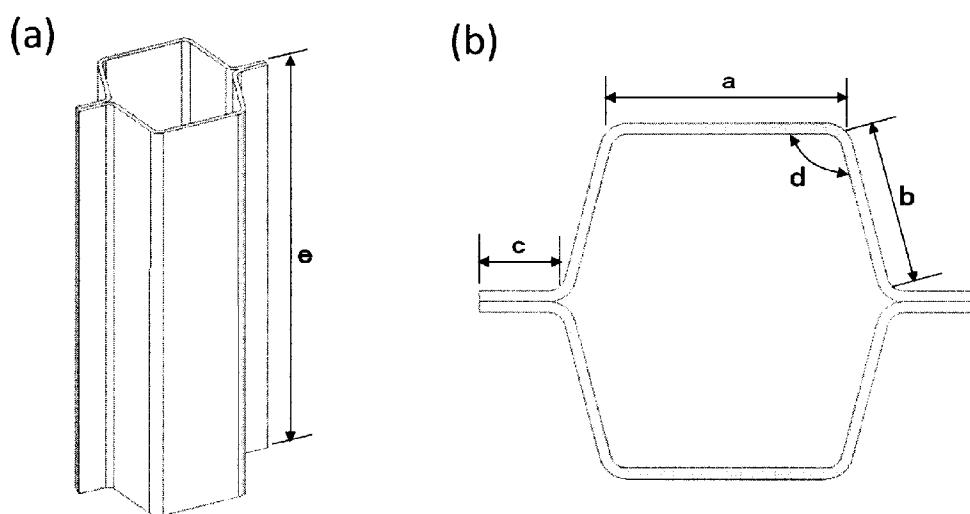
[図7]



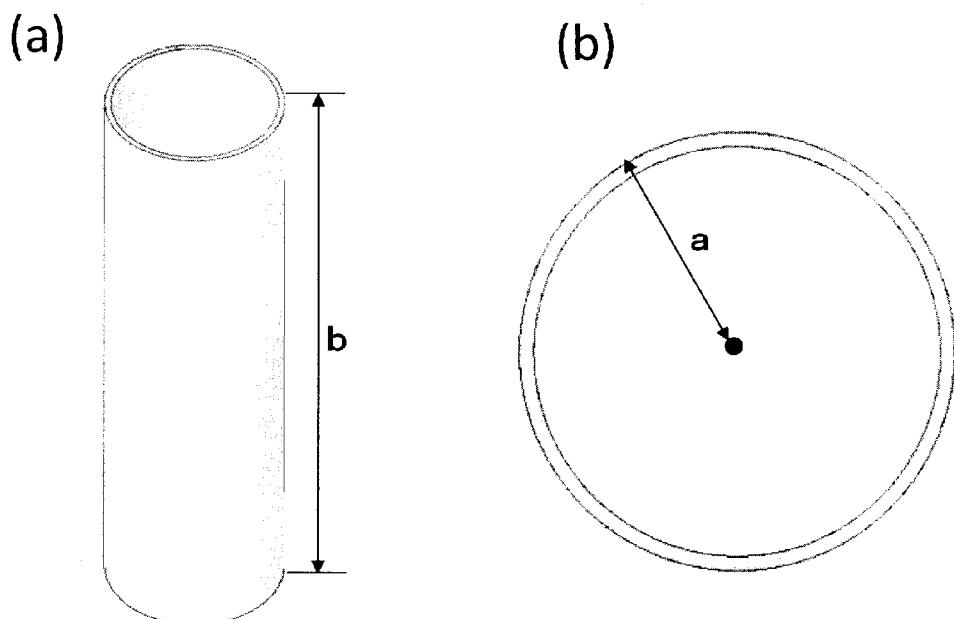
[図8]



[図9]

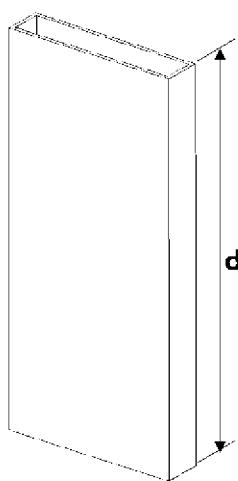


[図10]

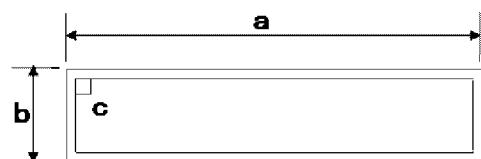


[図11]

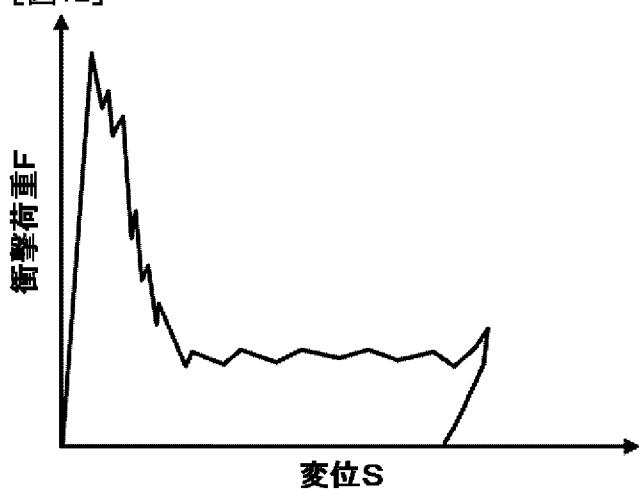
(a)



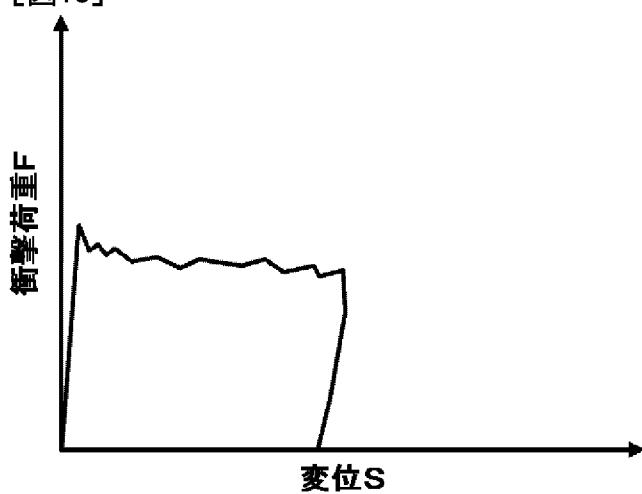
(b)



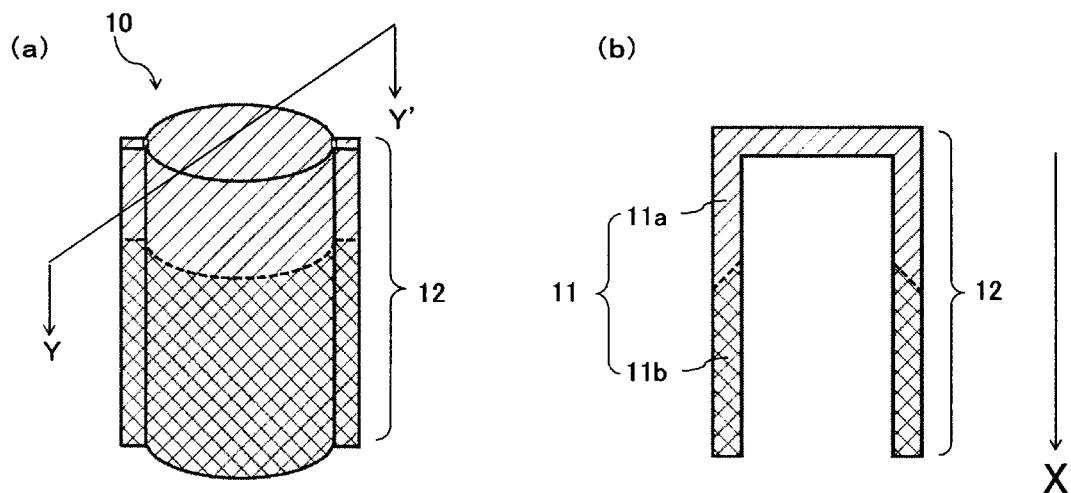
[図12]



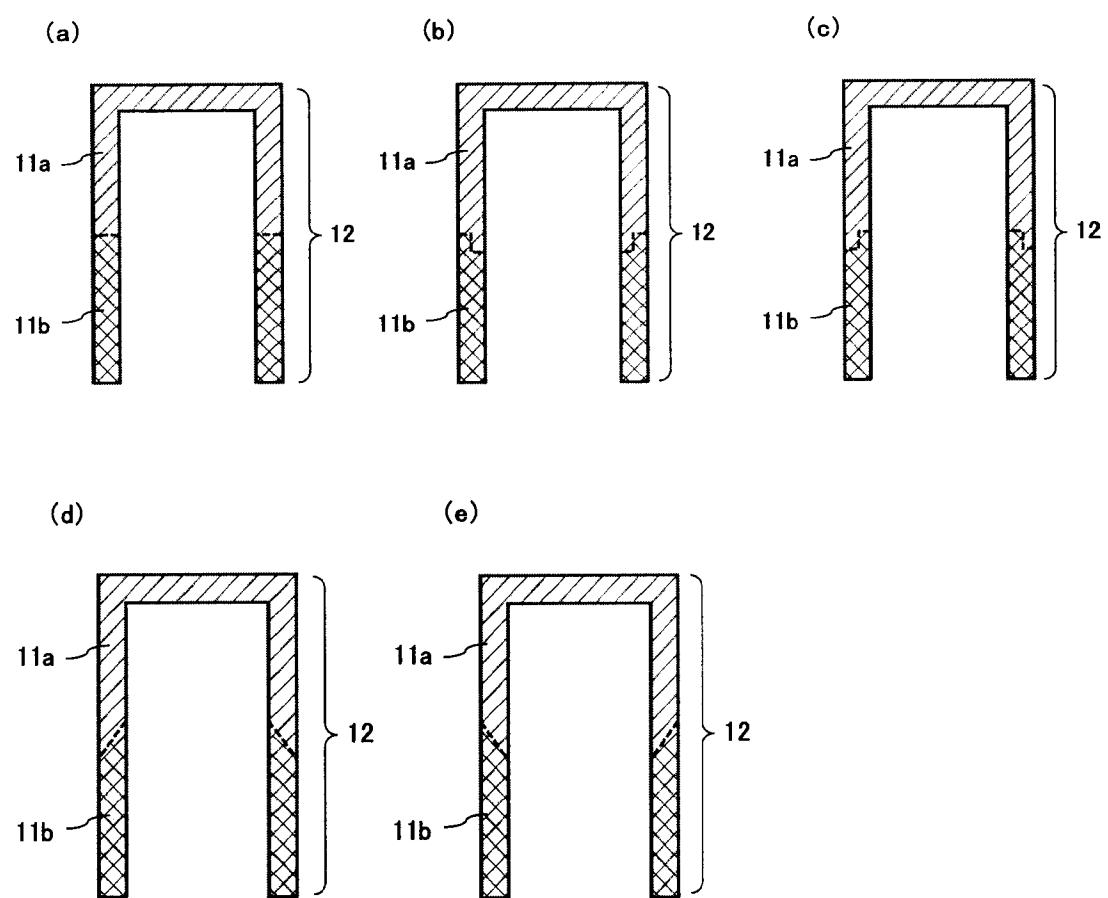
[図13]



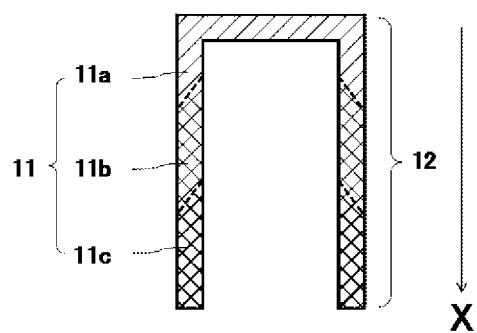
[図14]



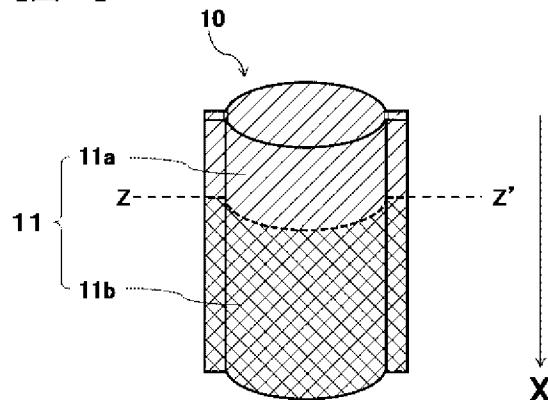
[図15]



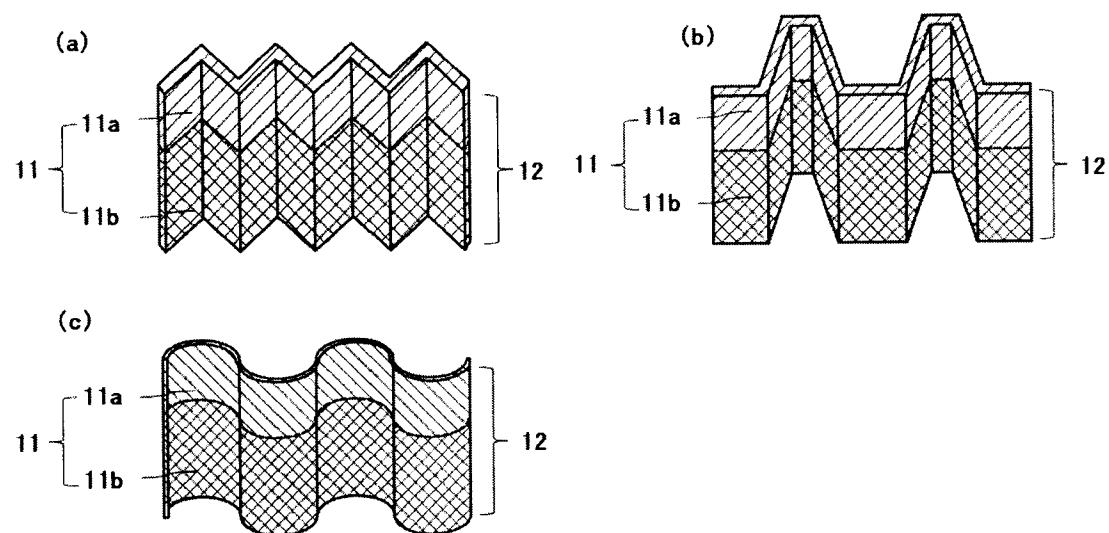
[図16]



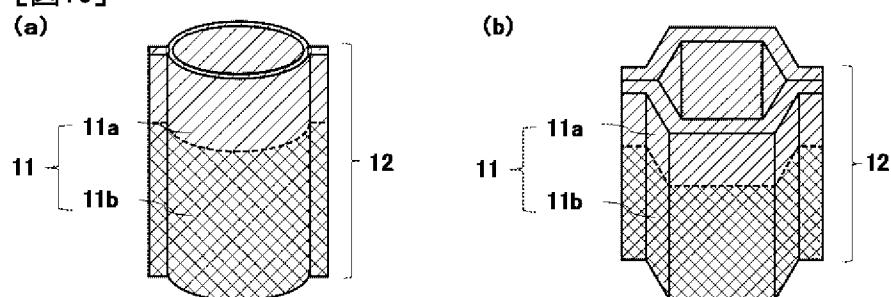
[図17]



[図18]

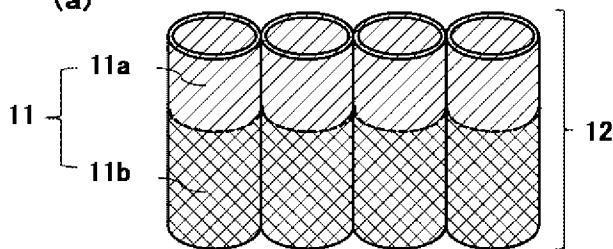


[図19]

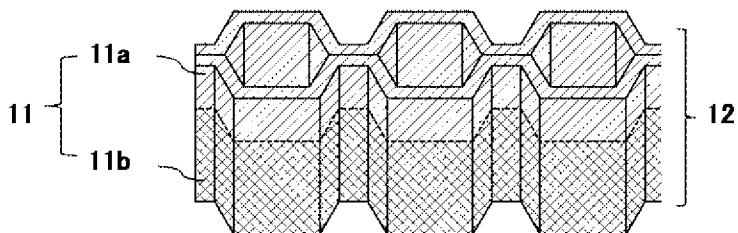


[図20]

(a)

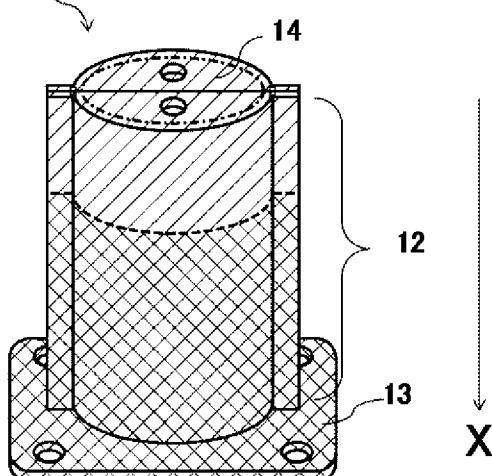


(b)



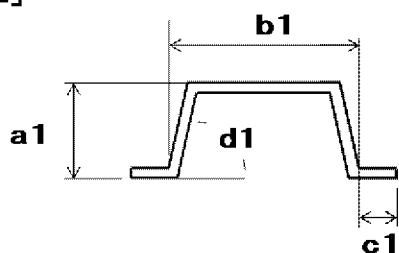
[図21]

10

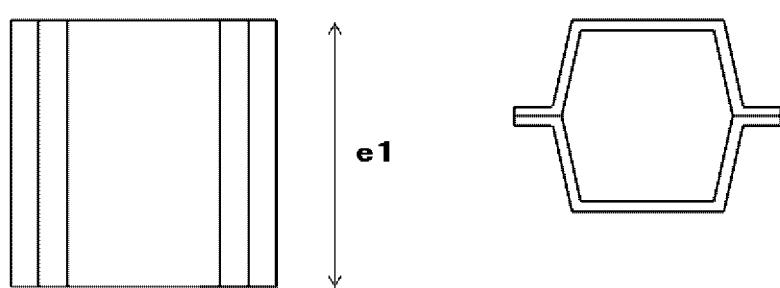


[図22]

(a)

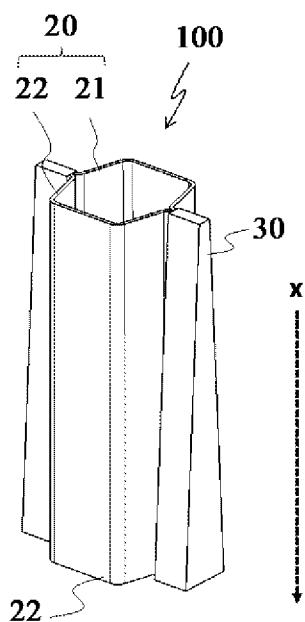


(b)

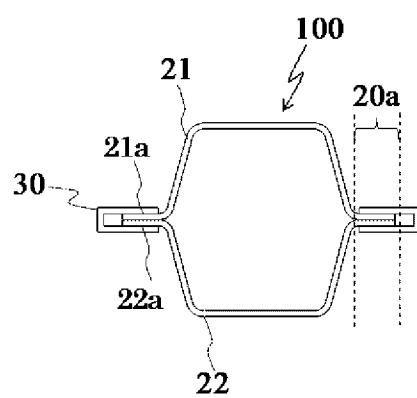


[図23]

(a)

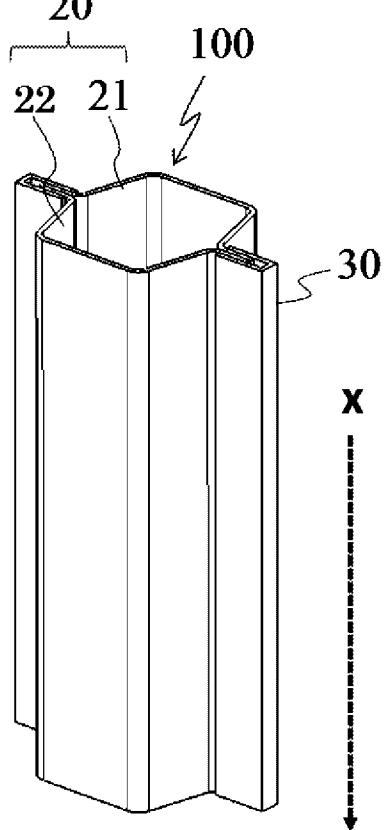


(b)

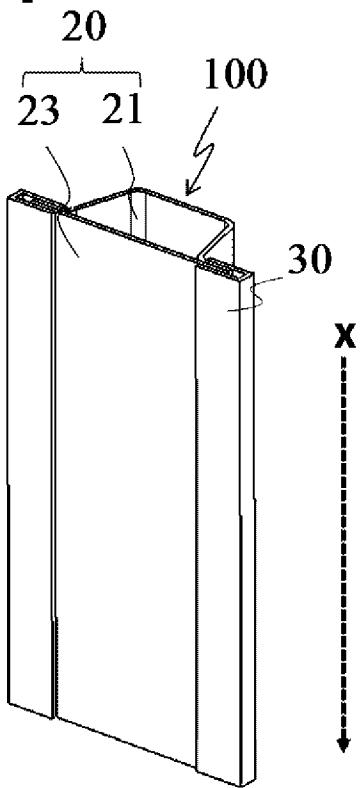


[図24]

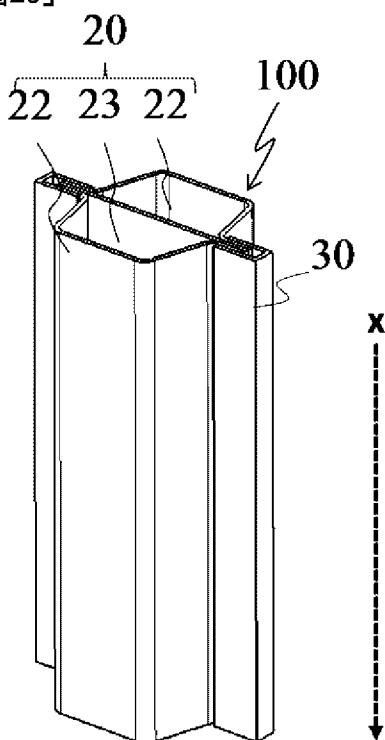
(a)



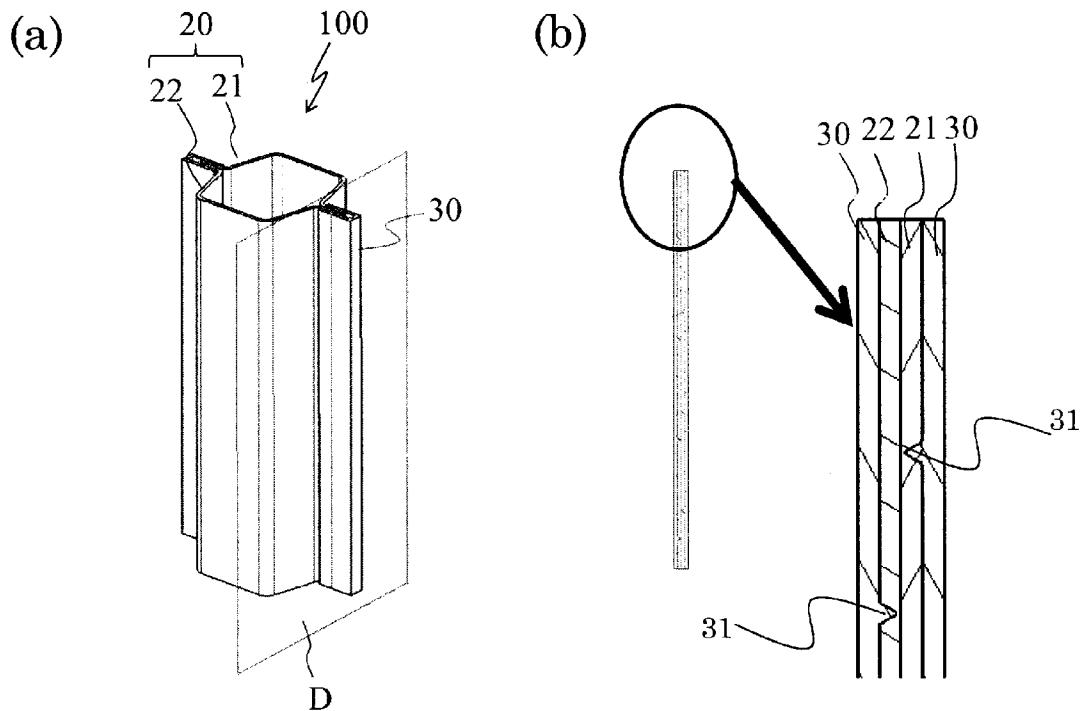
[図25]



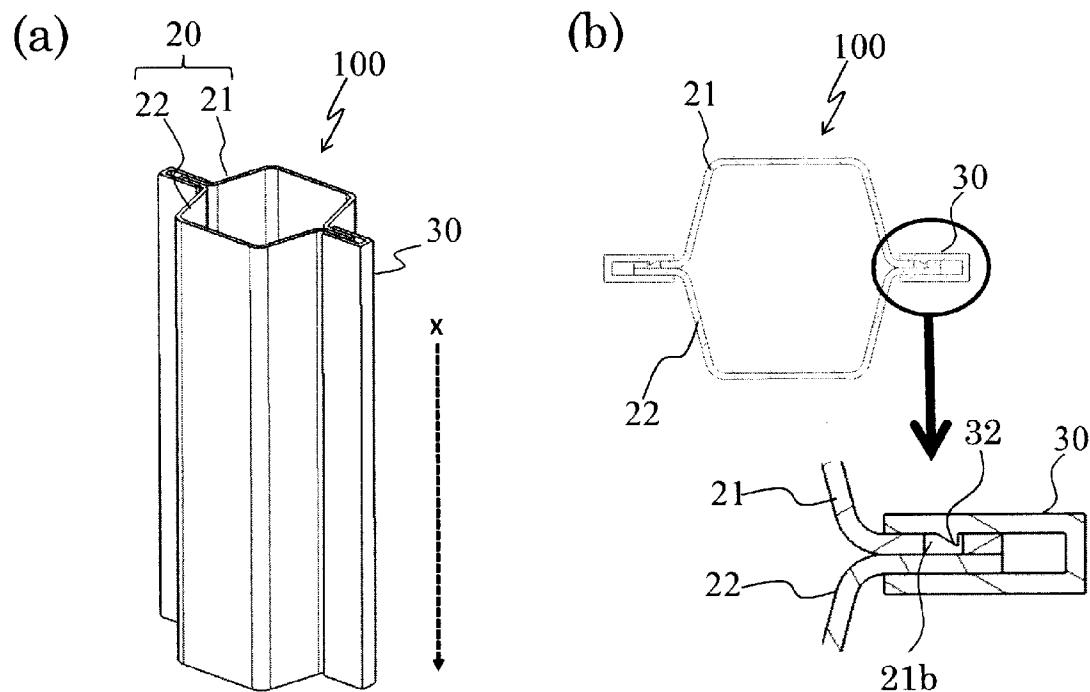
[図26]



[図27]

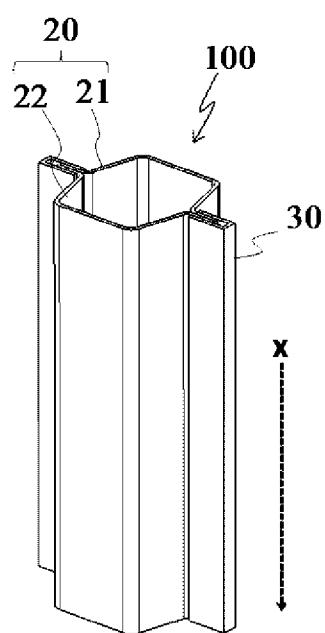


[図28]

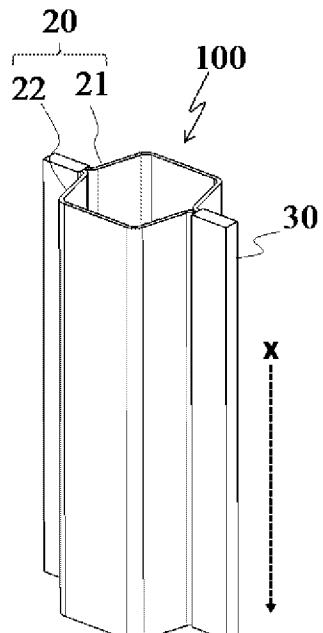


[図29]

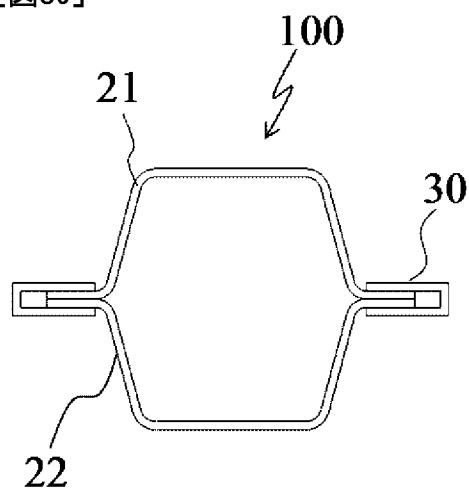
(a)

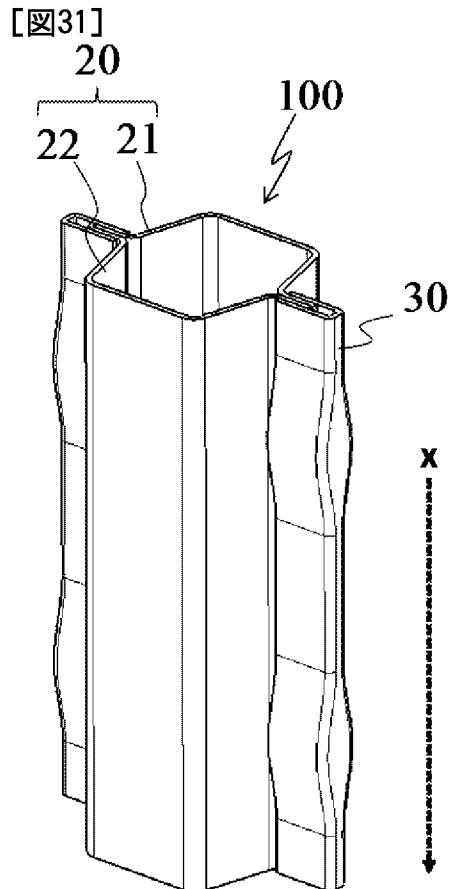


(b)

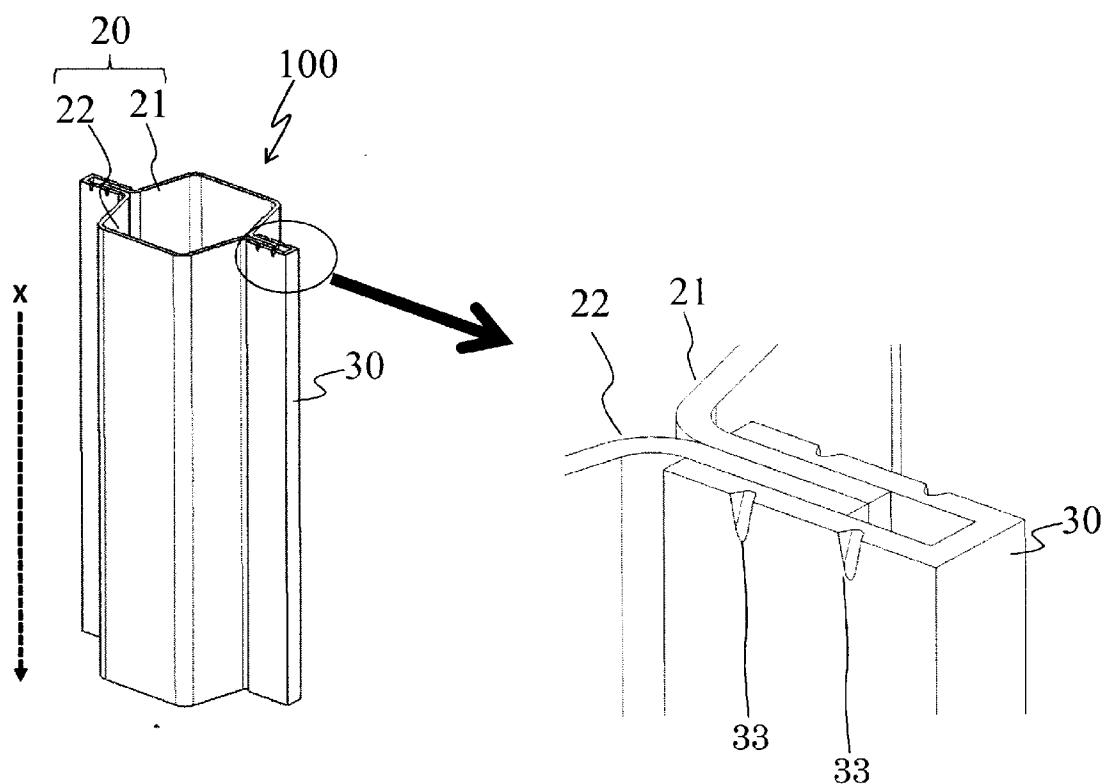


[図30]

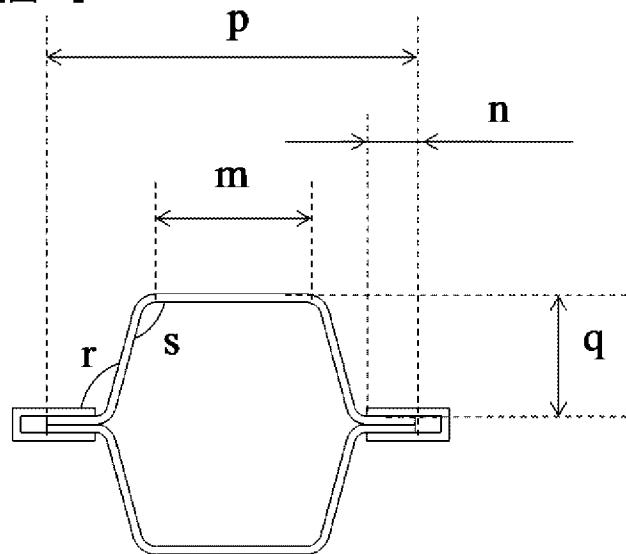




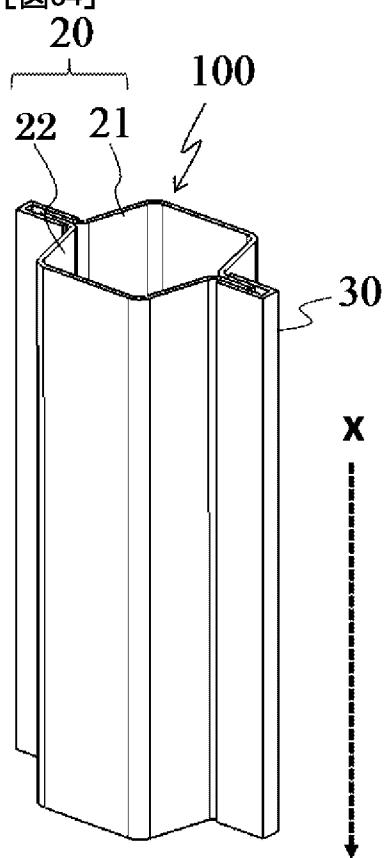
[図32]



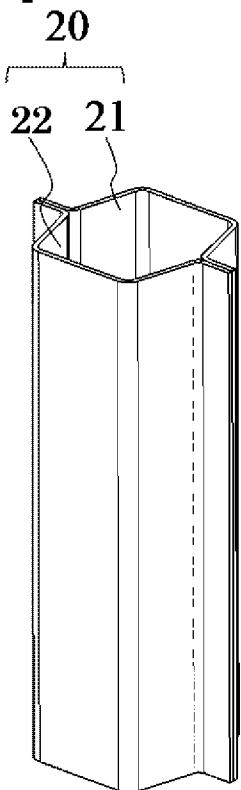
[図33]



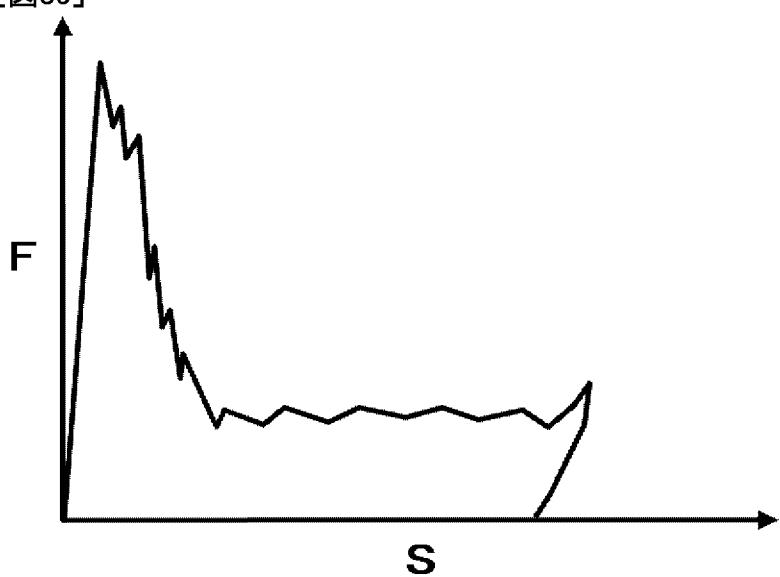
[図34]



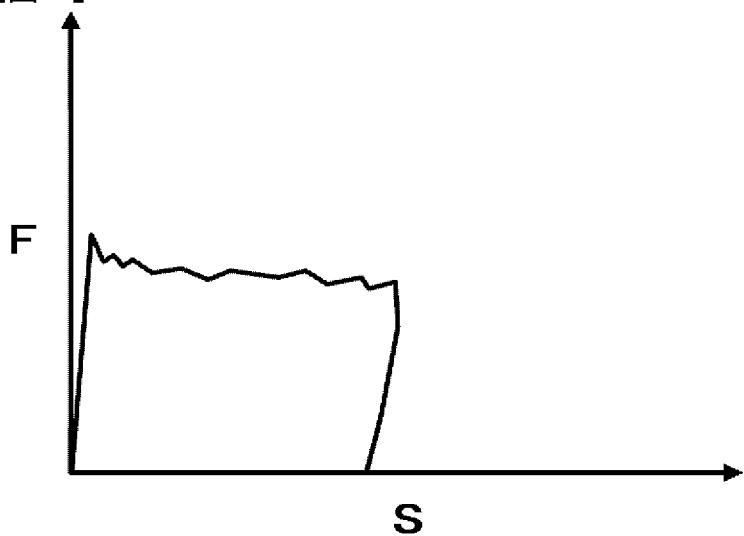
[図35]



[図36]



[図37]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2015/053274

**A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER**

F16F7/00(2006.01)i, B60R19/34(2006.01)i, B62D21/15(2006.01)i, B62D25/20(2006.01)i, F16F7/12(2006.01)i

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

**B. FIELDS SEARCHED**

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

F16F7/00, B60R19/34, B62D21/15, B62D25/20, F16F7/12

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

Jitsuyo Shinan Koho	1922-1996	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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

**C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 06-264949 A (Toyoda Automatic Loom Works, Ltd.), 20 September 1994 (20.09.1994), abstract; claims; paragraphs [0001], [0015], [0018], [0025] to [0027], [0033], [0038], [0041]; fig. 1, 7 (Family: none)	1-15
Y	JP 07-269622 A (Toyobo Co., Ltd.), 20 October 1995 (20.10.1995), claims; fig. 1 & US 5551673 A & KR 10-0384571 B	1-15

Further documents are listed in the continuation of Box C.

See patent family annex.

* Special categories of cited documents:	
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance	"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date	"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)	"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means	"&" document member of the same patent family
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed	

Date of the actual completion of the international search  
23 April 2015 (23.04.15)

Date of mailing of the international search report  
12 May 2015 (12.05.15)

Name and mailing address of the ISA/  
Japan Patent Office  
3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku,  
Tokyo 100-8915, Japan

Authorized officer  
Telephone No.

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2015/053274

**C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT**

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2001-293829 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 23 October 2001 (23.10.2001), claims & US 2003/0087079 A1 & WO 2001/058687 A1 & EP 1174263 A1 & DE 60100378 D & DE 60100378 T & CA 2366506 A	1-15
Y	JP 2001-088235 A (Sekisui Chemical Co., Ltd.), 03 April 2001 (03.04.2001), claims & US 2005/0179158 A1 & US 2005/0181085 A1 & US 7195815 B1 & WO 2001/015882 A1 & EP 1226918 A1 & DE 60035519 D & DE 60035519 T & CA 2383270 A & ES 2290049 T	1-15
Y	JP 2006-519908 A (Petritech, Inc.), 31 August 2006 (31.08.2006), claims & US 2005/0281999 A1 & WO 2004/081311 A2 & WO 2005/118275 A2 & EP 1611194 A & CA 2518873 A & KR 10-2006-0009234 A & CN 1759139 A & BR PI0408487 A & AR 43604 A & AU 2004219602 A & MX PA05009617 A	1-15
Y	WO 2013/024883 A1 (Showa Denko Kabushiki Kaisha), 21 February 2013 (21.02.2013), paragraphs [0071] to [0072]; fig. 2B & US 2014/0292007 A & EP 2746614 A1 & CN 103890440 A	2
Y	WO 2013/027559 A1 (Toyota Auto Body Co., Ltd.), 28 February 2013 (28.02.2013), fig. 1 & JP 2013-44339 A	3
Y	JP 2012-087849 A (Toray Industries, Inc.), 10 August 2012 (10.08.2012), fig. 13 (Family: none)	4
Y	JP 2005-193755 A (Toyota Industries Corp.), 21 July 2005 (21.07.2005), paragraph [0032]; fig. 1, 6 & US 2005/0147804 A1 & EP 1553323 A2 & DE 602005005364 D & AT 389823 T	6-8
Y	JP 2005-195155 A (Toyota Industries Corp.), 21 July 2005 (21.07.2005), paragraph [0032]; fig. 1 & US 2005/0147804 A1 & EP 1553323 A2 & DE 602005005364 D & AT 389823 T	6-8

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

International application No.

PCT/JP2015/053274

## C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2005-145378 A (Kojima Press Industry Co., Ltd.), 09 June 2005 (09.06.2005), fig. 2 (Family: none)	9-14

## A. 発明の属する分野の分類(国際特許分類(IPC))

Int.Cl. F16F7/00(2006.01)i, B60R19/34(2006.01)i, B62D21/15(2006.01)i, B62D25/20(2006.01)i,  
F16F7/12(2006.01)i

## B. 調査を行った分野

## 調査を行った最小限資料(国際特許分類(IPC))

Int.Cl. F16F7/00, B60R19/34, B62D21/15, B62D25/20, F16F7/12

## 最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1922-1996年
日本国公開実用新案公報	1971-2015年
日本国実用新案登録公報	1996-2015年
日本国登録実用新案公報	1994-2015年

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

## C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 06-264949 A (株式会社豊田自動織機製作所) 1994.09.20, 【要約】、【特許請求の範囲】、【0001】、【0015】、【0018】、 【0025】-【0027】、【0033】、【0038】、【0041】、 図1, 7 (ファミリーなし)	1-15
Y	JP 07-269622 A (東洋紡績株式会社) 1995.10.20, 【特許請求の範囲】、図1 & US 5551673 A & KR 10-0384571 B	1-15

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

## \* 引用文献のカテゴリー

- 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
- 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
- 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献(理由を付す)
- 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
- 「P」国際出願目前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

## の日の後に公表された文献

- 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
- 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
- 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
- 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日  23.04.2015	国際調査報告の発送日  12.05.2015
国際調査機関の名称及びあて先  日本国特許庁 (ISA/JP) 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	特許庁審査官(権限のある職員)  長谷井 雅昭 電話番号 03-3581-1101 内線 3367  3W 3940

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	JP 2001-293829 A (積水化学工業株式会社) 2001.10.23, <b>【特許請求の範囲】</b> & US 2003/0087079 A1 & WO 2001/058687 A1 & EP 1174263 A1 & DE 60100378 D & DE 60100378 T & CA 2366506 A	1-15
Y	JP 2001-088235 A (積水化学工業株式会社) 2001.04.03, <b>【特許請求の範囲】</b> & US 2005/0179158 A1 & US 2005/0181085 A1 & US 7195815 B1 & WO 2001/015882 A1 & EP 1226918 A1 & DE 60035519 D & DE 60035519 T & CA 2383270 A & ES 2290049 T	1-15
Y	JP 2006-519908 A (ペトリテック, インコーポレイテッド) 2006.08.31, <b>【特許請求の範囲】</b> & US 2005/0281999 A1 & WO 2004/081311 A2 & WO 2005/118275 A2 & EP 1611194 A & CA 2518873 A & KR 10-2006-0009234 A & CN 1759139 A & BR PI0408487 A & AR 43604 A & AU 2004219602 A & MX PA05009617 A	1-15
Y	WO 2013/024883 A1 (昭和電工株式会社) 2013.02.21, <b>【0071】-【0072】</b> , 図2B & US 2014/0292007 A & EP 2746614 A1 & CN 103890440 A	2

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求項の番号
Y	WO 2013/027559 A1 (トヨタ車体株式会社) 2013.02.28, 図1 & JP 2013-44339 A	3
Y	JP 2012-087849 A (東レ株式会社) 2012.08.10, 図1 3 (ファミリーなし)	4
Y	JP 2005-193755 A (株式会社豊田自動織機) 2005.07.21, 【0032】，図1， 6 & US 2005/0147804 A1 & EP 1553323 A2 & DE 602005005364 D & AT 389823 T	6 - 8
Y	JP 2005-195155 A (株式会社豊田自動織機) 2005.07.21, 【0032】，図1 & US 2005/0147804 A1 & EP 1553323 A2 & DE 602005005364 D & AT 389823 T	6 - 8
Y	JP 2005-145378 A (小島プレス工業株式会社) 2005.06.09, 図2 (ファミリーなし)	9 - 1 4