

(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  
2013年6月6日(06.06.2013)

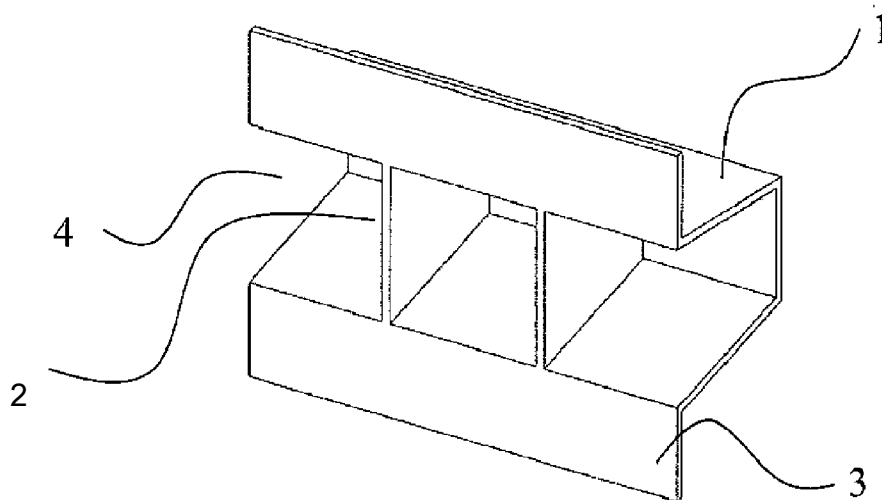
W O P C T

(10) 国際公開番号  
W O 2013/080975 A 1

- (51) 国際特許分類 : F16F 7/12 (2006.01) F16F 7/00 (2006.01)  
C08J 5/04 (2006.01)
- (21) 国際出願番号 : PCT/JP2012/080633
- (22) 国際出願日 : 2012年11月27日(27.11.2012)
- (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 201 1-259046 201 1年11月28日(28.11.201 1) JP  
特願 201 1-268176 201 1年に月7日(07.12.201 1) 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 : 手島 雅智 (ESHIMA Masatomo); 〒4120048 静岡県御殿場市板妻11番6号 帝人株式会社 複合材料開発センター内 Shizuoka (JP). 新井 司 (ARAI Tsukasa); 〒4120048 静岡県御殿場市板妻11番6号 帝人株式会社 複合材料開発センター内 Shizuoka (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, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, ML, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, 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, ML, NA, RW, SD, SL, 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, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

- (54) Title: IMPACT RESISTANT MEMBER
- (54) 発明の名称 : 耐衝撃部材



(57) Abstract: Provided is an impact resistant member which is light in weight and has a high degree of freedom of shape and excellent impact resistance. An impact resistant member which is composed of a part having an open cross-sectional shape and a rib part that is arranged inside the part having an open cross-sectional shape. At least one of the part having an open cross-sectional shape and the rib part is formed of a carbon fiber-reinforced composite material that contains a thermoplastic resin, and the other may be formed of a thermoplastic resin. This impact resistant member is characterized in that: the abundance of thermoplastic resin(s) in the impact resistant member is 30-500 parts by mass relative to 100 parts by mass of the carbon fibers; and the carbon fibers have an average fiber length of 3-100 mm.

(57) 要約 : 軽量で形状自由度が高く、耐衝撃性に優れた耐衝撃部材を提供する。開断面部とその内側にあるリブ部からなり、該開断面部と該リブ部のうち少なくとも一方は熱可塑性樹脂を含む炭素繊維強化複合材料からなり、他方は熱可塑性樹脂からなるものであってもよい耐衝撃部材であって、該耐衝撃部材における熱可塑性樹脂の存在量が、炭素繊維100質量部に対し30~500質量部であり、該炭素繊維の平均繊維長が3~100mmであることを特徴とする耐衝撃部材。



W O 2013/080975 A 1

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 : 耐衝撃部材

### 技術分野

[0001] 本発明は、開断面部とその内側にあるリブ部からなり、該開断面部と該リブ部のうち少なくとも一方は熱可塑性樹脂を含む炭素繊維強化複合材料からなり、他方は熱可塑性樹脂からなるものであってもよい耐衝撃部材に関する。さらには、航空機、自動車、電車、二輪車など移動体に好ましく用いられる耐衝撃部材に関する。

### 背景技術

[0002] 移動体には衝突時に衝撃を吸収する部分と衝撃に耐え乗員空間を保護する部分が求められている。近年、移動体の燃費向上や走行性能の向上などの観点から軽量化に関する要望が高まっており、それらに用いられる筐体や部材などについても軽量・高剛性が求められるようになってきた。一方で、衝突時の安全性に対してますます高い水準が定められる傾向にあり、軽量化と乗員空間保護の両立がますます重要となってきている。

[0003] このような背景から樹脂や複合材料を用いた乗員空間保護構造体が多数開示されている。例えば、特許文献 1 には長繊維強化複合材料からなる骨格部材を複数組み合わせた構造体が示されている。これにより、一端から入力された荷重を他端に伝達できるが、形状自由度は少なく、対応可能な入力荷重方向も繊維方向に限られる。また、長繊維をある範囲内で配向させた部材を組み合わせる必要があるため成形が複雑になり、製造タクト及び製造コストが高かった。

一方、特許文献 2 には合成樹脂を用いた構造体が示されている。この構造体は形状自由度が高く、リブを設けることで剛性を高くすることが出来るが、耐衝撃性が低く、大きな衝撃に対しては、構造体の質量が重くなってしまう。

### 先行技術文献

## 特許文献

- [0004] 特許文献1 : 日本国特開2008—68720号公報  
特許文献2 : 日本国特開平6\_305378号公報

## 発明の概要

### 発明が解決しようとする課題

- [0005] 本発明の課題は、軽量で形状自由度が高く、耐衝撃性に優れ、さらには長さ方向、幅方向、高さ方向のそれぞれから入力された荷重への耐衝撃性に優れる耐衝撃部材及びその製造方法を提供することである。

### 課題を解決するための手段

- [0006] かかる課題を解決するため、本発明者らは鋭意検討の結果、本発明に到達した。すなわち、本発明は、開断面部とその内側にあるリブ部からなり、該開断面部と該リブ部のうち少なくとも一方は熱可塑性樹脂を含む炭素繊維強化複合材料からなり、他方は熱可塑性樹脂からなるものであってもよい耐衝撃部材であって、該耐衝撃部材における熱可塑性樹脂の存在量が、炭素繊維100質量部に対し30~1000質量部であり、該炭素繊維の平均繊維長が3mm~100mmであることを特徴とする耐衝撃部材である。

## 発明の効果

- [0007] 本発明によれば、軽量で形状自由度が高く、耐衝撃性に優れた耐衝撃部材を製造する事が可能になる。更に、軽量で形状自由度が高く、耐衝撃性に優れた耐衝撃部材を高効率に製造することのできる製造方法が提供できる。

## 図面の簡単な説明

- [0008] [図1] 本発明の第1実施形態 (開断面部の板体の総面積に対して、リブ部の総面積の割合が18%) の斜視図。  
[図2] 本発明の第2実施形態 (開断面部の板体の総面積に対して、リブ部の総面積の割合が53%) の斜視図。  
[図3] 本発明の第3実施形態 (開断面部の板体の総面積に対して、リブ部の総面積の割合が48%) の斜視図。

[図4]本発明の第4実施形態（開断面部の板体の総面積に対して、リップ部の総面積の割合が44%）の斜視図。

[図5]本発明の第5実施形態（開断面部の板体の総面積に対して、リップ部の総面積の割合が65%）の斜視図。

[図6]本発明の第6実施形態（開断面部の板体の総面積に対して、リップ部の総面積の割合が25%）の斜視図。

[図7]本発明の第7実施形態（開断面部の板体の総面積に対して、リップ部の総面積の割合が42%）の斜視図。

[図8]本発明の第8実施形態（開断面部の板体の総面積に対して、リップ部の総面積の割合が20%）の斜視図。

[図9]本発明の第9実施形態（開断面部の板体の総面積に対して、リップ部の総面積の割合が60%）の斜視図。

[図10]本発明の第10実施形態（開断面部の板体の総面積に対して、リップ部の総面積の割合が34%）の斜視図。

[図11]比較形態の斜視図。

### 発明を実施するための形態

[0009] 本発明は、開断面部とその内側にあるリップ部からなる耐衝撃部材であり、該開断面部と該リップ部のうち少なくとも一方は熱可塑性樹脂を含む炭素繊維強化複合材料からなり、他方は熱可塑性樹脂からなるものであってもよい耐衝撃部材である。上記炭素繊維強化複合材料としては、熱可塑性樹脂中に不連続の炭素繊維が面内において無作為に配向して存在する、等方性のものであると好ましい。以下、本発明の耐衝撃部材の実施形態について説明するが、本発明はこれらに制限されるものではない。

[0010] [耐衝撃部材]

本発明の耐衝撃部材は、開断面部とその内側にあるリップ部からなり、該開断面部と該リップ部のうち少なくとも一方は熱可塑性樹脂を含む炭素繊維強化複合材料からなり、他方は熱可塑性樹脂からなるものであってもよい耐衝撃部材であって、該耐衝撃部材における熱可塑性樹脂の存在量が、炭素繊維1

00質量部に対し30～1000質量部であり、該炭素繊維の平均繊維長が3～100mmであることを特徴とするものである。

本発明の耐衝撃部材が、開断面部とリップ部のうち一方が炭素繊維強化複合材料からなり、他方が熱可塑性樹脂からなる場合、炭素繊維強化複合材料に含まれる熱可塑性樹脂と、他方の熱可塑性樹脂とは同じ種類であっても別の種類であってもよい。

本発明の耐衝撃部材においては、開断面部とリップ部のいずれも炭素繊維強化複合材料からなるものであると好ましく、開断面部とリップ部をなす炭素繊維強化複合材料は同じ種類であっても異なる種類のものであってもよい。

図1に本発明の実施形態の例を示す。図1に図示のとおり、開断面部を1、リップ部を2で示す。

開断面部とは、断面がハット形状・コの字形状など開断面形状に構成された構造体であり、その内側に一对の対向する面（対向面）と、これら一对の対向面の縁をつなぐ底面とを有する。リップ部とは開断面部の内側に伸びた部位のことである。開断面部の内側とは、開断面部を仮に閉じた場合に中空となる部分のことである。

[001 1] リップ部は開断面部の内側にある底面に対して垂直方向に伸びて設けられることが好ましい。なお、底面に対して垂直方向に伸びるとは、底面に対して厳密に直角でなくとも良く、本発明の意図を損なわない程度に任意の角度や金型の抜き勾配を確保するための角度を取る事が可能である。この場合、開断面部とリップ部が成す角度は30～90度が好ましく、40～90度がより好ましい。開断面部とリップ部の間には、本発明の意図を損なわない程度に任意の面取りや曲率を加えることも可能である。面取りや曲率の寸法に特に制限はないが、面取りの場合はC0.2～10mm、曲率の場合はR0.2～10mmが好ましい。

[001 2] リップ部の数に制限は無く、1つまたは複数であっても構わない。リップ部の形状の種類に制限はなく、1種類または複数の種類が組み合わさっていても良い。

リブ部は開断面部と一体に成形されていても良いし、例えば、リブ部には炭素繊維複合材料を用い、開断面部には熱可塑性樹脂を用いるなどして別体で成形した後に接合されていても構わないが、耐衝撃性能を良くするために、炭素繊維複合材料を用いて、一体で成形されていることが好ましい。ここで言う耐衝撃性能は、衝撃荷重の方向に限定されない。

[001 3] [開断面部]

本発明の耐衝撃部材において、開断面部とは、実質的に面状である複数の板体により開断面を形成する構造体であり、リブ部の基礎となる部位のことを言う。図1に本発明の実施形態の例を示すが、開断面部を1、開断面部内側を4で示す。なお、上記の板体とは平板に限らず、いわゆる曲板であってもよい。

[0014] 開断面部の各面は完全に面状である必要はなく、部分的な凹凸やビードを有していても良い。凹凸やビードの高さや幅に特に制限はないが、高さは基礎となる開断面部の板厚の0.5~2倍とすることが好ましい。通気、ボルト締結、配線などのための貫通口を有しても良い。この場合、耐衝撃部材(成形体)の成形と同時に型内でシャーなどを用いて開孔させてもよく、後加工としてドリル、打ち抜き、切削加工などで開孔させても良い。開断面部の板厚は特に制限はないが、0.2~5mmが好ましく、1~3mmがさらに好ましい。開断面部の板厚は均一である必要はなく、局所的に増減させることも可能である。この場合、板厚の増減幅に特に制限はないが、基礎となる開断面部の板厚の30~300%が好ましく、50~200%がさらに好ましい。板厚は段階的に変化させることも可能であり、テーパや曲率を持たせて連続的に変化させることも可能であるが、応力集中を回避するという観点から連続的に変化させるのが好ましい。

[001 5] [リブ部]

本発明の耐衝撃部材において、リブ部とは、前述の開断面部の内側に伸びた部位のことを言い、開断面部の内側に垂直方向に伸びた部位であることが好ましい。

また、本発明の耐衝撃部材は、そのリブ部が前述の開断面部の対向している面（対向面）どうしをつなぐ構造を有するものであると好ましい。リブ部が開断面部の対向面をつなぐよう設置することで、耐衝撃性により優れた耐衝撃部材とすることができる。なお、上記の、リブ部が開断面部の対向面どうしをつなぐ構造とは、該対向面どうしが直接、同じリブ部によりつながれるものだけでなく、例えば、図7に示すように該対向面の間に壁状に設けられたリブ部と各々の対向面のリブ部がつながることにより、間接的に該対向面どうしがリブ部でつながる構造であっても良い。

本発明の耐衝撃部材としては、図1などに示すように、リブ部を2つ以上有するものであるとより耐衝撃性が高くなり好ましい。

本発明の耐衝撃部材としては、リブ部の高さが、開断面部の底面からの開口部の高さに対して5%～100%の割合にあると好ましい。例えば、図8に示す耐衝撃性部材における、リブ部の高さの開断面部の開口部の高さに対する比は70%である。

上記のリブ部の高さ割合としては、開口部の高さに変化している場合は、最も低いところを100%とした、リブ部の高さの割合でも良く、高さが異なるリブ部が複数ある耐衝撃部材においては、最も高いリブ部の高さを用いて求めた割合でもよい。更に、耐衝撃部材の開断面部の底面の板体が、断面が弧状などの曲板の場合は、最下部を基準とするリブ部や開口部の高さから、リブ部の高さ割合を算出してもよい。

本発明の耐衝撃部材としては、開断面部の板体に対して垂直（略垂直であってもよい）なリブ部を有するものであると好ましい。前記のとおり、開断面部の内側の底面にある板体に対して垂直なリブ部であると好ましく、また、対向面の板体に対して垂直であると好ましく、図2に示す耐衝撃性部材等のように底面の板体と対向面の板体のいずれにも垂直なリブ部であっても好ましい。

本発明の耐衝撃部材としては、開断面部に直行する面に対して対称なリブ部を有するものであっても好ましい。開断面部に直行する面とは、例えば、

図 1 の耐衝撃部材において、底面の板体に直交し、対向する 2 面 (2 つの対向面) の中間で 2 等分する仮想面等があげられる。

本発明の耐衝撃部材としては、開断面部の板体の総面積に対して、リップ部の総面積の割合が 1 % 以上となるようリップが形成されているものであると好ましい。リップ部の総面積が 1 % 以上であると、より有用な耐衝撃部材となり好ましい。本発明の耐衝撃部材は、リップ部の総面積の割合が 100 %、つまり、開断面部の板体の総面積とリップ部の総面積とが等しいものであってもよく、また、極端にリップ数を増やすなどして、リップ部の総面積の割合が 100 % を超すものであってもよいが、好ましい範囲としては 10 ~ 80 % が挙げられる。

図 1 に示す本発明の実施形態の例において、リップ部を 2 で示す。リップ部の高さは特に制限はないが、1 ~ 300 mm が好ましく、5 ~ 100 mm が更に好ましい。リップ部の高さは均一である必要はなく、局所的に増減させることも可能である。リップ部高さの増減幅に特に制限はなく、最大高さの 10 ~ 90 % が好ましく用いられ、20 ~ 80 % がさらに好ましく用いられる。リップ部の板厚に特に制限は無く、開断面部と同じであってもよく、異なっても良い。

リップ部の板厚は 0.2 ~ 100 mm が好ましく、1 ~ 50 mm がさらに好ましい。リップ部の板厚は均一である必要はなく、局所的に増減させることも可能である。この場合、増減幅に特に制限はないが、基礎となるリップ部板厚の 20 ~ 500 % が好ましく、50 ~ 200 % がさらに好ましい。板厚は段階的に変化させることも可能であり、テーパや曲率を持たせて連続的に変化させることも可能であるが、応力集中を回避するという観点から連続的に変化させるのが好ましい。また、リップ部には、本発明の意図を損なわない程度に、金型の抜き勾配を確保するための角度を設けることが好ましい。金型の抜き勾配は 0 ~ 45 度が好ましく、0 ~ 10 度がさらに好ましい。

[0016] [パネル部]

本発明の耐衝撃部材は、更に開断面部の端部に連続するパネル部を有する

ことが好ましい。

本発明の耐衝撃部材において、パネル部とは、実質的に面状で開断面部の端部に連続する部位のことを言う。図1に示す本発明の実施形態の例において、パネル部を3で示す。パネル部は完全に面状である必要はなく、部分的な凹凸やビードを有していても良い。凹凸やビードの高さや幅に特に制限はないが、高さは基礎となるパネル部板厚の0.5~2倍とすることが好ましい。通気、ボルト締結、配線などのための貫通口を有しても良い。この場合、耐衝撃部材(成形体)の成形と同時に型内でシャーなどを用いて開孔させてもよく、後加工としてドリル、打ち抜き、切削加工などで開孔させても良い。パネル部の板厚は特に制限はないが、0.2~5mmが好ましく、1~3mmがさらに好ましい。パネル部の板厚は均一である必要はなく、局所的に増減させることも可能である。この場合、板厚の増減幅に特に制限はないが、基礎となるパネル部板厚の30~300%が好ましく、50~200%がさらに好ましい。板厚は段階的に変化させることも可能であり、テーパや曲率を持たせて連続的に変化させることも可能であるが、応力集中を回避するという観点から連続的に変化させるのが好ましい。パネル部は開断面部と一体に成形されていても良いし、別体で成形した後に接合されていても構わないが、耐衝撃性能を良くするために一体で成形されていることが好ましい。さらには開断面部とリップ部とパネル部を一体成形した耐衝撃部材とすることが好ましい。

[0017] [熱可塑性樹脂]

本発明の耐衝撃部材における、熱可塑性樹脂の存在量は、炭素繊維100質量部に対し、30~1000質量部である。より好ましくは、炭素繊維100質量部に対し、熱可塑性樹脂の存在量が30~500質量部であり、更に好ましくは、30~200質量部であり、特に好ましくは、60~200質量部である。

本発明の耐衝撃部材として、より好ましくは、開断面部およびリップ部、更にはパネル部もふくめた全体が炭素繊維強化複合材料によりなるものであり

、かつ、その炭素繊維強化複合材料における、熱可塑性樹脂の存在量が、炭素繊維 100 質量部に対し、30 ~ 1000 質量部となるものである。より一層好ましくは、炭素繊維 100 質量部に対し、熱可塑性樹脂の存在量が 30 ~ 500 質量部のものであり、更に好ましくは、30 ~ 200 質量部のものであり、特に好ましくは、60 ~ 200 質量部のものである。

[0018] 本発明において用いられる熱可塑性樹脂としては、特に制限はないが、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、ポリスチレン樹脂、アクリロニトリル—スチレン樹脂 (A S 樹脂)、アクリロニトリル—ブタジエーン—スチレン樹脂 (A B S 樹脂)、アクリル樹脂、メタクリル樹脂、ポリエチレン樹脂、ポリプロピレン樹脂、ポリアミド樹脂 (例えば、ポリアミド6 樹脂、ポリアミド11 樹脂、ポリアミド12 樹脂、ポリアミド46 樹脂、ポリアミド66 樹脂、ポリアミド610 樹脂)、ポリアセタール樹脂、ポリカーボネート樹脂、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、ポリブチレンテレフタレート樹脂、ポリアリレート樹脂、ポリフエニレンエーテル樹脂、ポリフエニレンスルフィド樹脂、ポリスルホン樹脂、ポリエーテルスルホン樹脂、ポリエーテルエーテルケトン樹脂、ポリ乳酸樹脂、およびこれらの樹脂から選ばれる2種類以上の混合物 (樹脂組成物) 等からなる群から選択された少なくとも1種が好ましく挙げられる。熱可塑性樹脂として好ましくはポリカーボネート樹脂、ポリエステル樹脂、ポリカーボネート、A B S 樹脂、ポリフエニレンエーテル樹脂、ポリアミド樹脂およびこれらの樹脂から選ばれる2種類以上の混合物からなる群から選択された少なくとも1種であり、より好ましくは、ポリアミド樹脂又はポリエステル樹脂である。

上記の樹脂組成物としては、ポリカーボネート樹脂とポリエステル樹脂の組成物、ポリカーボネートとA B S 樹脂との組成物、ポリフエニレンエーテル樹脂とポリアミド樹脂の組成物、ポリアミド樹脂とA B S 樹脂の組成物、およびポリエステル樹脂とポリアミド樹脂の組成物等からなる群から選択された少なくとも1種が、より好ましい。

なお、本発明の目的を損なわない範囲で、炭素繊維強化複合材料や熱可塑性樹脂に機能性の充填材や添加剤を含有させても良い。例えば、有機/無機フィラー、難燃剤、耐UV剤、顔料、離型剤、軟化剤、可塑剤、界面活性剤などが挙げられるが、この限りではない。

[0019] [耐衝撃部材に含まれる炭素繊維]

本発明の耐衝撃部材を構成する炭素繊維複合材料に含まれる炭素繊維は、平均繊維長が3mm以上100mm以下の不連続なものである。これによって、静的な強度・剛性だけでなく、衝撃的な荷重や長期の疲労荷重に対しても高い物性を示す耐衝撃部材となる。平均繊維長が3mm未満であると、耐衝撃部材の物性が低くなるという問題があり、100mmより長いと炭素繊維の取扱い性が悪くなるという問題がある。炭素繊維の平均繊維長は8mm以上が好ましく、10mm以上がより好ましく、15mm以上がより一層好ましく、20mm以上が更に好ましい。また、炭素繊維の繊維長は80mm以下が好ましく、60mm以下がより好ましい。特に好ましい平均繊維長としては8mm~80mmが挙げられる。

[0020] 本発明の耐衝撃部材は、炭素繊維強化複合材料中に含まれる炭素繊維が、下記式(1)

$$\text{臨界単系数} = 600 / D \quad (1)$$

(ここでDは炭素繊維の平均繊維径( $\mu\text{m}$ )である)

で定義される臨界単系数以上で構成される炭素繊維束(A)の、炭素繊維全量に対する割合が20vol%以上99vol%以下であることが好ましい。

本発明の耐衝撃部材は、炭素繊維強化複合材料中に含まれる炭素繊維が、上記式(1)で定義される臨界単系数以上で構成される炭素繊維束(A)の、炭素繊維強化複合材料中の炭素繊維全量に対する割合が20vol%以上99vol%未満であり、かつ炭素繊維束(A)中の平均繊維数(N)が下記式(2)を満たすことがより好ましい。

$$0.7 \times 10^4 / D^2 < N < 1 \times 10^5 / D^2 \quad (2)$$

(ここでDは炭素繊維の平均繊維径 ( $\mu\text{m}$ ) である)

[0021] 上記の炭素繊維全量に対する炭素繊維束 (A) の割合が20V o 1%未満になると、表面品位に優れる耐衝撃部材が得られるという利点はあるものの、機械物性に優れた耐衝撃部材が得にくくなる。炭素繊維束 (A) の割合が99V o 1%を超えると、繊維の交絡部が局部的に厚くなり、薄肉のものが得られにくくなる。炭素繊維束 (A) の割合として、好ましくは30V o 1%以上90V o 1%未満であり、より好ましくは30V o 1%以上80V o 1%未満である。

[0022] なお、上記の炭素繊維束 (A) について別の表現をすると、本発明の耐衝撃部材は、これを構成する炭素繊維強化複合材料中で、炭素繊維のうち20V o 1%以上99V o 1%以下が、前記式 (1) で定義される臨界単系数以上で構成される炭素繊維束 (A) になり、残りの1V o 1%以上80V o 1%以下の炭素繊維は、単系の状態または上記の臨界単系数未満で構成される繊維束となり、熱可塑性樹脂に分散している。また本発明の耐衝撃部材を構成する炭素繊維強化複合材料では、臨界単系数以上で構成される炭素繊維束 (A) 中の平均繊維数 (N) が下記式 (2) を満たすものであると、厚みが0.2~1mm程度の薄肉の部分の有する耐衝撃部材の場合にも特に表面が平滑で、均一な厚みを有するものとなり好ましい。

$$0.7 \times 10^4 / D^2 < N < 1 \times 10^5 / D^2 \quad (2)$$

(ここでDは炭素繊維の平均繊維径 ( $\mu\text{m}$ ) である)

[0023] 炭素繊維束 (A) 中の平均繊維数 (N) は具体的には、炭素繊維の平均繊維径が5~7 $\mu\text{m}$ である場合、臨界単系数は86~120本となり、炭素繊維の平均繊維径が5 $\mu\text{m}$ である場合、繊維束中の平均繊維数は280本超4000本未満の範囲となるが、なかでも600本~2500本であることが好ましく、より好ましくは600~1600本である。炭素繊維の平均繊維径が7 $\mu\text{m}$ の場合、繊維束中の平均繊維数は142本超2040本未満の範囲となるが、なかでも300~1600本であることが好ましい。更に好ましくは300~800本である。

炭素繊維束 (A) 中の平均繊維数 (N) が  $0.7 \times 10^4 / D^2$  以下の場合、高い繊維体積含有率 (Vf) を得ることが困難となる。また炭素繊維束 (A) 中の平均繊維数 (N) が  $1 \times 10^5 / D^2$  以上の場合、局部的に厚い部分が生じ、ポイドの原因となる可能性がある。上記の炭素繊維束 (A) 中の平均繊維数 (N) としては、以下式 (2') を満たすものであるとより好ましい。

$$0.7 \times 10^4 / D^2 < N < 6 \times 10^4 / D^2 \quad (2')$$

(ここでDは炭素繊維の平均繊維径 ( $\mu\text{m}$ ) である)

[0024] 本発明の耐衝撃部材は、底面内の任意の方向、および同一面内でこれと直交する方向 (以下、それぞれ0度方向と90度方向と称することがある) についての引張弾性率の、大きい方の値を小さい方の値で割った比 (以下、 $E\delta$  と略することがある) が 1.0 ~ 1.3 であると好ましい。 $E\delta$  は、材料の等方性の指標であり、 $E\delta$  が2未満であると等方性とされ、1.3以下であると等方性が特に優れているとされる。また、開断面部、リブ部、及びパネル部から選ばれる1つ以上の部位に、連続繊維が熱可塑性樹脂中に一方向にそろえて配置されている一方向材層を有する構成とすることも好ましい。

[0025] 本発明の耐衝撃部材は、開断面部の熱可塑性樹脂の存在量 (炭素繊維100質量部あたりの質量部) と、リブ部の熱可塑性樹脂の存在量 (炭素繊維100質量部あたりの質量部) から、下記式 (i)

$$\text{熱可塑性樹脂存在量比 (\%)} = 100 \times (\text{リブ部の熱可塑性樹脂の存在量} - \text{開断面部の熱可塑性樹脂の存在量}) / \text{開断面部の熱可塑性樹脂の存在量} \quad (i)$$

で求められる熱可塑性樹脂存在量比が  $-60\% \sim +45\%$  であると好ましく、 $-40\% \sim +30\%$  であるとより好ましく、 $-20\% \sim +20\%$  であると更に好ましく、 $-10\% \sim +10\%$  であるとより一層好ましく、0%、つまり、開断面部とリブ部で熱可塑性樹脂存在量が等しいと特に好ましい。

本発明の耐衝撃部材は、上記の熱可塑性樹脂存在比が  $-60\% \sim +45\%$  であり、かつ、開断面部の底面内の任意の方向及び同一面内でこれと直交する

方向についての引張弾性率の、大きい方の値を小さい方の値で割った比が 1.0 ~ 1.3 であることがより好ましい。

本発明の耐衝撃部材は、該耐衝撃部材における開断面部及びリップ部の熱可塑性樹脂の存在量が等しく、開断面部の底面内の任意の方向及び同一面内でこれと直交する方向についての引張弾性率の、大きい方の値を小さい方の値で割った比が 1.0 ~ 1.3 であることがより好ましい。

[0026] 本発明の耐衝撃部材は、該耐衝撃部材の耐衝撃性能が  $4 \times 10^{11}$  ( $N^3/g$ ) 以上であることが好ましく、 $7 \times 10^{11}$ 以上 ( $N^3/g$ ) であることがより好ましく、 $1 \times 10^{12}$  ( $N^3/g$ ) であることが更に好ましい。耐衝撃性能は、耐衝撃部材を用いる部位により適宜調整が可能であるが、 $4 \times 10^{11}$  ( $N^3/g$ ) 以上であれば、耐衝撃部材として十分な性能を発揮することができる。耐衝撃性能について特に上限は無いが、 $5 \times 10^{13}$  ( $N^3/g$ ) 以下で、多くの用途に充分である。

耐衝撃性能は、耐衝撃部材を高速圧縮した際の耐荷重を測定することで評価できる。すなわち、耐衝撃部材の長さ方向と幅方向と高さ方向の耐荷重の積を、耐衝撃部材の質量で割ることで、一方向以外の入力に対する性能も加味した評価を行うことができる。

耐荷重は、例えば、落錘試験機を用いて測定することができる。

[0027] < 耐衝撃部材の製造方法 >

本発明の耐衝撃部材の好ましい製造方法は、平均繊維長が 3 mm 以上 100 mm 以下の炭素繊維と熱可塑性樹脂とから構成されるランダムマットであつて、炭素繊維が  $25 \sim 3000 g/m^2$  の目付であり、下記式 (1)

$$\text{臨界単系数} = 600 / D \quad (1)$$

(ここで D は炭素繊維の平均繊維径 ( $\mu m$ ) である)

で定義される臨界単系数以上で構成される炭素繊維束 (A) の、ランダムマット中の炭素繊維全量に対する割合が  $20\% \sim 99\%$  以上  $99\% \sim 100\%$  以下であるものを用いて、プレス成形を行う製造方法である。

本発明の耐衝撃部材のより好ましい製造方法は、繊維長 3 ~ 100 mm の

炭素繊維と熱可塑性樹脂とから構成され、炭素繊維が $25 \sim 3000 \text{ g/m}^2$ の目付けであり、上記式(1)で定義される臨界単系数以上で構成される炭素繊維束(A)の、ランダムマットの炭素繊維全量に対する割合が $20 \sim 99.99\%$ 以上 $99.99\%$ 未満であり、かつ炭素繊維束(A)中の平均繊維数(N)が前記式(2)を満たすことを特徴とするランダムマットをプレス成形する製造方法である。

製造効率からは、1回のプレス成形にて、開断面部とリブ部を有する耐衝撃部材を得るのが好ましいが、開断面部とリブ部を別々に成形してから、これらを接合して耐衝撃部材としても良く、開断面部とリブ部のうち一方を上記のとおりランダムマットをプレス成形して得て、他方は別の方法により得て、これらを接合しても良い。

本発明はこのような耐衝撃部材の好ましい製造方法を包含する。本発明により平均繊維長が $3 \sim 100 \text{ mm}$ といった比較的長い炭素繊維を、熱可塑性樹脂の存在量が、炭素繊維 $100$ 質量部に対し $30 \sim 1000$ 質量部といった高充填率で満たして、形状自由度が高く、耐衝撃性に優れ、さらには長さ方向、幅方向、高さ方向のそれぞれから入力された荷重への耐衝撃性に優れた耐衝撃部材を提供できる。

[0028] 金型を熱可塑性樹脂の軟化点以上に加熱してプレス成形した後に、金型と製品を熱可塑性樹脂の軟化点未満に冷却するホットプレスも適用可能であり、ランダムマットを用いたプリプレダを熱可塑性樹脂の軟化点以上に加熱し、熱可塑性樹脂の軟化点未満の温度を有する金型でプレス成形するコールドプレスも適用可能である。本発明方法においてはこのような複雑形状のものも一回の成形で得ることが可能であり、開断面部とリブ部とパネル部を一体成形して耐衝撃部材を得ることが可能である。なお、本願において、熱可塑性樹脂の軟化点とは、該熱可塑性樹脂が結晶性の場合には融点を、該熱可塑性樹脂が非晶性の場合にはガラス転移点のことを指す。

[0029] <ランダムマット>

本発明の耐衝撃部材の製造方法にて用いられるランダムマットは、平均繊維

維長が3 mm以上100 mm以下の炭素繊維と熱可塑性樹脂とから構成され、炭素繊維が25~3000 g/m<sup>2</sup>の目付であり、前記式(1)で定義される臨界単系数以上で構成される炭素繊維束(A)の、ランダムマットの繊維全量に対する割合が20V o 1%以上99V o 1%以下であり、かつ炭素繊維束(A)中の平均繊維数(N)が前記式(2)を満たすものである。

本発明において、ランダムマットとは、炭素繊維が絡みあったマット状物に熱可塑性樹脂が付着した物を指す。

[0030] ランダムマット中の炭素繊維、熱可塑性樹脂、および炭素繊維束(A)の詳細については、耐衝撃部材を構成する炭素繊維強化複合材料について前述したとおりであるが、以下のとおり補足する。

ランダムマットの面内において、炭素繊維は特定の方向に配向しておらず、無作為な方向に分散して配置されている。本発明の製造方法で用いられるランダムマットは等方性の材料であることが好ましい。ランダムマットより耐衝撃部材を得た場合に、ランダムマット中の炭素繊維の等方性は、耐衝撃部材においても維持される。ランダムマットより耐衝撃部材を得て、該耐衝撃部材について、互いに直交する二方向の引張弾性率の大きい方の値の小さい方の値に対する比( $E\delta$ )を求めることで、ランダムマットおよびそれから得られる耐衝撃部材の等方性を定量的に評価できる。 $E\delta$ が2未満である耐衝撃部材は等方性とされ、1.3以下である耐衝撃部材は特に等方性が優れているとされる。

[0031] まず、本発明の耐衝撃部材の製造方法で用いられるランダムマットにおいて、ランダムマットの繊維全量に対する、炭素繊維束(A)の割合が20V o 1%未満になると、表面品位に優れる耐衝撃部材が得られるという利点はあるものの、機械物性に優れた耐衝撃部材が得にくくなる。炭素繊維束(A)の割合が99V o 1%を超えると、繊維の交絡部が局部的に厚くなり、薄肉のものが得られにくくなる。ランダムマットにおける炭素繊維束(A)の割合は、好ましくは30V o 1%以上90V o 1%未満であり、より好ましくは30V o 1%以上80V o 1%未満である。

[0032] 本発明の耐衝撃部材を構成する炭素繊維複合材料について述べたとおり、ランダムマットについても、炭素繊維束 (A) 中の平均繊維数 (N) が、前記式 (2) を満たすものであると好ましい。該平均繊維数 (N) が  $0.7 \times 10^4 / D^2$  以下のランダムマットを用いた場合、高い炭素繊維体積含有率 (Vf) の耐衝撃部材を得ることが困難となる。また、該平均繊維数 (N) が  $1 \times 10^5 / D^2$  以上のランダムマットを用いる場合、局部的に厚い部分が生じ、ボイドの原因となりやすい。上記の炭素繊維束 (A) 中の平均繊維数 (N) としては、以下式 (2') を満たすものであるとより好ましい。

$$0.7 \times 10^4 / D^2 < N < 6 \times 10^4 / D^2 \quad (2')$$

(ここでDは炭素繊維の平均繊維径 ( $\mu\text{m}$ ) である)

[0033] 更に、本発明の耐衝撃部材の製造方法で用いられるランダムマットを用いて含浸成形を行い、1mm以下の薄肉な耐衝撃部材を得ようとした場合、単純に分織しただけの繊維を用いたのでは、疎密が大きく、良好な物性が得られない。又、全ての繊維を開織した場合には、より薄いものを得ることは容易になるが、繊維の交絡が多くなり、繊維体積含有率の高いものが得られない。前記式 (1) で定義される臨界単系以上の炭素繊維束 (A) と、単系の状態又は臨界単系数未満の炭素繊維 (B) を、耐衝撃部材を為す炭素繊維強化複合材料に同時に存在させることにより、薄肉であり、物性発現率の高い耐衝撃部材を実現することが可能である。本発明の製造方法は、各種の厚みの耐衝撃部材を提供することが可能であるが、厚みが0.2~1mm程度の薄肉の耐衝撃部材を得るのに特に好適である。

[0034] 本発明の耐衝撃部材の製造方法で用いられるランダムマットの厚さにとくに制限はなく、1~150mm厚みのものを得ることができる。本発明のランダムマットより薄肉の耐衝撃部材が得られるという本発明の効果を発揮する点では、2~100mm厚みとすることが好ましい。また、ランダムマットは適当な加圧または減圧装置を用いて、使いやすい厚みに減容してから次の工程で使用しても良い。

[0035] 本発明の耐衝撃部材の製造方法に用いられるランダムマットに含まれる炭

素繊維および熱可塑性樹脂の存在量を質量基準で示すと、好ましくは炭素繊維 100 質量部に対し 30 ~ 1000 質量部、より好ましくは 30 ~ 500 質量部、より一層好ましくは 50 ~ 500 質量部であり、更に好ましくは、炭素繊維 100 質量部に対し、熱可塑性樹脂 60 ~ 200 質量部である。炭素繊維 100 質量部に対する熱可塑性樹脂の割合が 30 質量部より少ないと、得られる炭素繊維強化複合材料中にポイドが発生しやすくなり、強度や剛性が低くなる虞がある。逆に、熱可塑性樹脂の割合が 1000 質量部より多くなると炭素繊維の補強効果が発現しにくい可能性がある。

[0036] < プリプレダ >

本発明において、コールドプレス成形を行う場合、ランダムマットを、その含有する熱可塑性樹脂の軟化点以上熱分解温度未満の温度まで加熱、つまり、熱可塑性樹脂が結晶性の場合にはランダムマットを融点以上熱分解温度未満の温度まで、非晶性の場合にはガラス転移温度以上熱分解温度未満の温度まで加熱することで、熱可塑性樹脂を含浸させプリプレダを得て成形に用いる。プリプレダにおける炭素繊維の形態はランダムマット中における状態を保っている。すなわち、プリプレダ中の炭素繊維はランダムマットにおける繊維長や等方性、開繊程度を維持しており、上記のランダムマットに記載したものと同様である。

つまり、本発明には、繊維長 3 ~ 100 mm の炭素繊維と熱可塑性樹脂とから構成され、炭素繊維が  $25 \sim 3000 \text{ g/m}^2$  の目付けであり、前記式 (1) で定義される臨界単糸数以上で構成される炭素繊維束 (A) の、ランダムマットの炭素繊維全量に対する割合が  $20 \text{ Vol} \%$  以上  $99 \text{ Vol} \%$  未満であり、かつ炭素繊維束 (A) 中の平均繊維数 (N) が前記式 (2) を満たすことを特徴とするランダムマットを、熱可塑性樹脂の軟化点以上熱分解温度未満の温度まで加熱して得られるプリプレダとし、該プリプレダをプレス成形して得ることを特徴とする、前記の耐衝撃部材を製造する方法の発明も包含される。

なお、上記の熱分解温度についてより具体的に言うと空気中の熱分解温度

であると好ましい。

[0037] 本発明の耐衝撃部材は、図1に示した態様のもの限定されず、例えば、図2～10に示す態様とすることもできる。

## 実施例

[0038] 以下、本発明を実施例により更に具体的に説明するが、本発明はこれにより何等限定を受けるものでは無い。なお、使用する熱可塑性樹脂について、ナイロン6の融点は225℃、熱分解温度(空气中)は300℃であり、ポリプロピレンテレフタレートの融点は230℃、熱分解温度(空气中)は300℃である。

[0039] 1) ランダムマットにおける炭素繊維束の分析

ランダムマットを100mm×100mm程度に切り出す。切り出したランダムマットより、繊維束をピンセットで全て取り出し、炭素繊維束(A)の束の数(I)および炭素繊維束の長さ(L<sub>i</sub>)と質量(w<sub>i</sub>)を測定し、記録する。ピンセットにて取り出すことができない程度に繊維束が小さいものについては、まとめて最後に質量を測定する(w<sub>k</sub>)。質量の測定には、1/100mg(0.01mg)まで測定可能な天秤を用いる。

ランダムマットに使用している炭素繊維の繊維径(D)より、臨界単系数を計算し、臨界単系数以上の炭素繊維束(A)と、それ以外に分ける。なお、2種類以上の炭素繊維が使用されている場合には、繊維の種類毎に分け、各々について測定及び評価を行う。

炭素繊維束(A)の平均繊維数(N)の求め方は以下の通りである。

各炭素繊維束中の繊維本数(N<sub>i</sub>)は使用している炭素繊維の繊度(F)より、次式により求められる。

$$N_i = W_i / (L_i \times F)$$

炭素繊維束(A)中の平均繊維数(N)は、炭素繊維束(A)の束の数(I)より、次式により求められる。

$$N = \sum N_i / I$$

炭素繊維束(A)のランダムマットの繊維全量に対する割合(V<sub>R</sub>)は、

炭素繊維の密度 (P) を用いて次式により求められる。

$$V R = \sum (W i / p) \times 100 / ((W k + \sum W i) / p)$$

[0040] 2) 耐衝撃部材に含まれる炭素繊維の平均繊維長の分析

得られた耐衝撃部材に含まれる炭素繊維の平均繊維長は、500℃×1時間程度、炉内にて樹脂を除去した後、無作為に抽出した炭素繊維100本の長さをノギスおよびルーペで1mm単位まで測定して記録し、測定した全ての炭素繊維の長さ (L<sub>i</sub>、ここで i = 1~100の整数) から、次式により平均繊維長 (L<sub>a</sub>) を求めた。

$$L a = \sum L i / 100$$

なお、ランダムマット中の炭素繊維の平均繊維長についても上記と同様の方法で測定することができる。

[0041] 3) 耐衝撃部材における炭素繊維束分析

耐衝撃部材について、500℃×1時間程度、炉内にて樹脂を除去した後、上記のランダムマットにおける方法と同様にして測定した。

[0042] 4) 耐衝撃部材における繊維と樹脂の存在量の分析

耐衝撃部材の開断面部、パネル部及びリブ部より試験片を切出し、それぞれ500℃×1時間、炉内にて樹脂を燃焼除去し、処理前後の試料の質量を秤量することによって炭素繊維分と樹脂分の質量を算出した。

[0043] 5) 引張弾性率試験

ウォータージェットを用いて耐衝撃部材から試験片を切出し、開断面部の底面内の任意の方向及び同一面内でこれと直交する方向について、A & D社製のテンシロン万能試験機を用いて、引張弾性率を測定し、大きい方の値を小さい方の値で割った比を算出した。

[0044] 6) 耐衝撃性評価方法

落錘試験機を用いて、耐衝撃部材を高速圧縮した際の耐荷重を測定した。一方向以外への入力に対する性能も加味した評価を行うために、長さ方向と幅方向と高さ方向の耐荷重の積を部材質量で割った値により評価を行った。

[0045] [参考例 1]

強化繊維としての炭素繊維（東邦テナックス社製：テナックス（登録商標）STS40-24KS（繊維径 $7\mu\text{m}$ ）を $20\text{mm}$ 幅に広げながら、繊維長 $10\text{mm}$ にカットし、炭素繊維の供給量を $820\text{g/分}$ でテーパ管に導入し、テーパ管内で空気を炭素繊維に吹き付けて繊維束を部分的に開繊しつつ、テーパ管出口の下部に設置したテーブル上に散布した。

また、マトリックス樹脂として、平均粒径が約 $1\text{mm}$ に冷凍粉碎したナイロン6（ポリアミド6：以下PA6と記載することがある）樹脂（宇部興産製1015B）を $1000\text{g/分}$ でテーパ管に供給し、炭素繊維と同時に散布することで、平均繊維長 $10\text{mm}$ の炭素繊維とPA6が混合されたランダムマットを得た。このランダムマットの強化繊維（炭素繊維）体積含有率（ $V_f$ ）は $35\%$ 、強化繊維の目付は $910\text{g/m}^2$ であった。得られたランダムマットの平均繊維長（ $L_a$ ）及び強化繊維束（ $A$ ）の割合と、平均繊維数（ $N$ ）を調べたところ、平均繊維長（ $L_a$ ）は $10\text{mm}$ 、式（1）で定義される臨界単系数は $86$ であり、強化繊維束（ $A$ ）の、マットの繊維全量に対する割合は $33\%$ 、強化繊維束（ $A$ ）中の平均繊維数（ $N$ ）は $230$ であった。ランダムマットにおける強化繊維の形態を観察したところ、強化繊維の繊維軸は面とほぼ平行にあり、面内においては無作為に分散されていた。

[0046] [参考例2]

強化繊維としての炭素繊維（東邦テナックス社製：テナックス（登録商標）STS40-24KS（繊維径 $7\mu\text{m}$ ）を長さ $4\text{mm}$ にカットし、炭素繊維の供給量を $240\text{g/分}$ でテーパ管に導入し、テーパ管内で空気を炭素繊維に吹き付けて繊維束をほぼ完全に単系状になるまで開繊しつつ、テーパ管出口の下部に設置したテーブル上に散布した。

またマトリックス樹脂として、平均粒径が約 $1\text{mm}$ に冷凍粉碎したナイロン6樹脂（宇部興産製1015B）を $1400\text{g/分}$ でテーパ管に供給し、炭素繊維と同時に散布することで、平均繊維長 $4\text{mm}$ の炭素繊維とPA6が混合されたランダムマットを得た。このランダムマットの強化繊維（炭

素繊維) 体積含有率 ( $V_f$ ) は 10%、強化繊維の目付は  $260 \text{ g/m}^2$  であった。得られたランダムマットの平均繊維長 ( $L_a$ ) 及び強化繊維束 ( $A$ ) の割合と、平均繊維数 ( $N$ ) を調べたところ、平均繊維長は  $4 \text{ mm}$ 、式 (1) で定義される臨界単系数は 86 であり、強化繊維束 ( $A$ ) は観測されなかった。得られたランダムマットにおける強化繊維の形態を観察したところ、強化繊維の繊維軸は面とほぼ平行にあり、面内においては無作為に分散されていた。

[0047] [参考例 3]

強化繊維としての炭素繊維 (東邦テナックス社製 : テナックス (登録商標) HTS40-12KS (繊維径  $7 \mu\text{m}$ 、繊維幅  $10 \text{ mm}$ )) を繊維長  $30 \text{ mm}$  にカットし、炭素繊維の供給量を  $950 \text{ g/分}$  でテーパ管内に導入し、テーパ管内で空気を炭素繊維に吹き付けて繊維束を部分的に開繊しつつ、テーパ管出口の下部に設置したテーブル上に散布した。

また、マトリックス樹脂として、平均粒径が約  $1 \text{ mm}$  に冷凍粉碎したポリブチレンテレフタレート樹脂 (以下 PBT と記載することがある、ポリブラスチック製 DURANEX (登録商標) 2002) を  $1060 \text{ g/分}$  でテーパ管内に供給し、炭素繊維と同時に散布することで、平均繊維長  $30 \text{ mm}$  の炭素繊維と PBT が混合されたランダムマットを得た。このランダムマットの強化繊維 (炭素繊維) 体積含有率 ( $V_f$ ) は 40%、強化繊維の目付は  $1050 \text{ g/m}^2$  であった。得られたランダムマットの平均繊維長 ( $L_a$ ) 及び強化繊維束 ( $A$ ) の割合と、平均繊維数 ( $N$ ) を調べたところ、平均繊維長 ( $L_a$ ) は  $30 \text{ mm}$ 、式 (1) で定義される臨界単系数は 86 であり、強化繊維束 ( $A$ ) の、マットの繊維全量に対する割合は 85%、強化繊維束 ( $A$ ) 中の平均繊維数 ( $N$ ) は 1500 であった。ランダムマットにおける強化繊維の形態を観察したところ、強化繊維の繊維軸は面とほぼ平行にあり、面内においては無作為に分散されていた。

[0048] [実施例 1]

参考例 3 で得られたランダムマットを、含浸用の平板金型がセットされた

川崎油エ製プレス機を用いて260℃、4MPaで5分間ホットプレスした後、50℃まで冷却して、炭素繊維100質量部に対してPBTが112質量部存在する強化繊維の目付が1050g/m<sup>2</sup>のプリプレダを得た。

次に、得られたプリプレダをNGKキルテック製のIRオープンを用いて260℃に加熱して10MPaの圧力で60秒間コールドプレスし、図2に示すような成形体(耐衝撃部材)を得た。

本実施例の形状は幅40mm、長さ50mm、高さ22mm、厚み2mmの開断面部と、厚み2mmのリブ部からなる。耐衝撃部材における炭素繊維の平均繊維長は30mmであり、炭素繊維束(A)の割合は85%、炭素繊維束(A)中の平均繊維数(N)は1500であった。開断面部とパネル部の炭素繊維100質量部に対する熱可塑性樹脂の存在量は112質量部、リブ部の熱可塑性樹脂の存在量は112質量部、及び開断面部の底面内の任意の方向及び同一面内でこれと直交する方向についての引張弾性率の比はいずれも1.02であった。

この構成での耐衝撃性能は $1.6 \times 10^{12} \text{ N}^3/\text{g}$ であり、この耐衝撃部材は、長さ方向、幅方向、高さ方向のそれぞれから入力された荷重への耐衝撃性に優れることが分かった。

[0049] [実施例2]

参考例1で得られたランダムマットを、含浸用の平板金型がセットされた川崎油エ製プレス機を用いて260℃、4MPaで5分間ホットプレスした後、50℃まで冷却して、炭素繊維100質量部に対してP66が122質量部存在する強化繊維の目付が910g/m<sup>2</sup>のプリプレダを得た。

次に、得られたプリプレダをNGKキルテック製のIRオープンを用いて260℃に加熱して10MPaの圧力で60秒間コールドプレスし、図4に示すような成形体(耐衝撃部材)を得た。

本実施例の形状は幅40mm、長さ50mm、高さ22mm、厚み2mmの開断面部と、厚み2mmのリブ部からなる。耐衝撃部材における炭素繊維の平均繊維長は10mmであり、炭素繊維束(A)の割合は33%、炭素織

維束 (A) 中の平均繊維数 (N) は 230 であった。開断面部とパネル部の炭素繊維 100 質量部に対する熱可塑性樹脂の存在量は 122 質量部、リップ部の熱可塑性樹脂の存在量は 122 質量部、及び開断面部の底面内の任意の方向及び同一面内でこれと直交する方向についての引張弾性率の比はいずれも 1.05 であった。この構成での耐衝撃性能は  $1.6 \times 10^{12} \text{ N}_3/\text{g}$  であり、この耐衝撃部材は、長さ方向、幅方向、高さ方向のそれぞれから入力された荷重への耐衝撃性に優れることが分かった。

[0050] [比較例 1]

参考例 1 で得られたランダムマットより、実施例 2 と同様にプリプレグを得て、得られたプリプレダを、NGK キルテック製の IR オープンを用いて 260℃ に加熱して 30 MPa の圧力で 60 秒間コールドプレスし、図 11 に示すような耐衝撃部材を得た。本実施例の形状は幅 40 mm、長さ 50 mm、高さ 22 mm、厚み 2 mm の開断面部からなる。耐衝撃部材における炭素繊維の平均繊維長は 10 mm であり、炭素繊維束 (A) の割合は 33%、炭素繊維束 (A) 中の平均繊維数 (N) は 230 であった。開断面部とパネル部の炭素繊維 100 質量部に対する熱可塑性樹脂の存在量は 122 質量部、及び開断面部の底面内の任意の方向及び同一面内でこれと直交する方向についての引張弾性率の比は 1.05 であった。この構成での耐衝撃性能は  $1.1 \times 10^{11} \text{ N}_3/\text{g}$  であった。本実施例と比較して構造剛性が弱く、耐衝撃性能は低い結果となった。

[0051] [実施例 3]

参考例 2 で得られたランダムマットを、含浸用の平板金型がセットされた川崎油エ製プレス機を用いて 260℃、4 MPa で 5 分間ホットプレスした後、50℃ まで冷却して、炭素繊維 100 質量部に対して PA6 が 583 質量部存在する強化繊維の目付が 260 g/m<sup>2</sup> のプリプレダを得た。

次に、得られたプリプレダを NGK キルテック製の IR オープンを用いて 260℃ に加熱して 10 MPa の圧力で 60 秒間コールドプレスし、実施例 2 と同様の形状を得た。耐衝撃部材における炭素繊維の平均繊維長は 4 m

mであり、炭素繊維束 (A) は観測されなかった。開断面部とパネル部の炭素繊維 100 質量部に対する熱可塑性樹脂の存在量は 583 質量部、リップ部の熱可塑性樹脂の存在量は 583 質量部、及び開断面部の底面内の任意の方向及び同一面内でこれと直交する方向についての引張弾性率の比はいずれも 1.06 であった。この構成での耐衝撃性能は  $3.2 \times 10^{11} \text{ N} \cdot \text{m} / \text{g}$  であった。

### 産業上の利用可能性

[0052] 本発明によれば、軽量で形状自由度が高く、耐衝撃性に優れた耐衝撃部材を提供することが可能になる。

更に、軽量で形状自由度が高く、耐衝撃性に優れた耐衝撃部材を高効率に製造することのできる製造方法が提供される。

[0053] 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、本発明の精神と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、2011年12月7日出願の日本特許出願 (特願2011-268176) 及び2011年11月28日出願の日本特許出願 (特願2011-259046) に基づくものであり、その内容はここに参照として取り込まれる。

### 符号の説明

- [0054] 1 開断面部  
2 リップ部  
3 パネル部  
4 開断面部内側

## 請求の範囲

[請求項1] 開断面部とその内側にあるリブ部からなり、該開断面部と該リブ部のうち少なくとも一方は熱可塑性樹脂を含む炭素繊維強化複合材料からなり、他方は熱可塑性樹脂からなるものであってもよい耐衝撃部材であって、該耐衝撃部材における熱可塑性樹脂の存在量が、炭素繊維100質量部に対し30～1000質量部であり、該炭素繊維の平均繊維長が3～100mmであることを特徴とする耐衝撃部材。

[請求項2] 開断面部とリブ部のいずれもが炭素繊維強化複合材料からなる請求項1記載の耐衝撃部材。

[請求項3] 開断面部の熱可塑性樹脂の存在量（炭素繊維100質量部あたりの質量部）と、リブ部の熱可塑性樹脂の存在量（炭素繊維100質量部あたりの質量部）から、下記式（i）

$$\text{熱可塑性樹脂存在量比（\%）} = 100 \times (\text{リブ部の熱可塑性樹脂の存在量} - \text{開断面部の熱可塑性樹脂の存在量}) / \text{開断面部の熱可塑性樹脂の存在量} \quad (i)$$

で求められる熱可塑性樹脂存在量比が—60%～+45%である請求項1または2に記載の耐衝撃部材。

[請求項4] 該耐衝撃部材における開断面部の底面内の任意の方向及び同一面内でこれと直交する方向についての引張弾性率の、大きい方の値を小さい方の値で割った比が1.0～1.3である請求項1～3のいずれかに記載の耐衝撃部材。

[請求項5] 開断面部の熱可塑性樹脂の存在量（炭素繊維100質量部あたりの質量部）と、リブ部の熱可塑性樹脂の存在量（炭素繊維100質量部あたりの質量部）から、下記式（i）

$$\text{熱可塑性樹脂存在量比（\%）} = 100 \times (\text{リブ部の熱可塑性樹脂の存在量} - \text{開断面部の熱可塑性樹脂の存在量}) / \text{開断面部の熱可塑性樹脂の存在量} \quad (i)$$

で求められる熱可塑性樹脂存在量比が—60%～+45%であり、開

断面部の底面内の任意の方向及び同一面内でこれと直交する方向についての引張弾性率の、大きい方の値を小さい方の値で割った比が 1.0 ~ 1.3 である請求項 1 ~ 4 のいずれに記載の耐衝撃部材。

[請求項6] 該耐衝撃部材における開断面部及びリップ部の熱可塑性樹脂の存在量が等しく、底面内の任意の方向及び同一面内でこれと直交する方向についての引張弾性率の、大きい方の値を小さい方の値で割った比が 1.0 ~ 1.3 である請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の耐衝撃部材。

[請求項7] 該繊維強化複合材料中に含まれる炭素繊維が、下記式 (1) で定義される臨界単系数以上で構成される繊維束 (A) の、該繊維強化複合材料中の炭素繊維全量に対する割合が 20 Vol% 以上 99 Vol% 未満であり、かつ炭素繊維束 (A) 中の平均繊維数 (N) が下記式 (2) を満たす、請求項 1 又は 2 に記載の耐衝撃部材。

$$\text{臨界単系数} = 600 / D \quad (1)$$

$$0.7 \times 10^4 / D^2 < N < 1 \times 10^5 / D^2 \quad (2)$$

(ここで D は炭素繊維の平均繊維径 ( $\mu\text{m}$ ) である)

[請求項8] 請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の耐衝撃部材であつて、リップ部が、開断面部において対向している面どうしをつなぐ構造を有する耐衝撃部材。

[請求項9] 請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の耐衝撃部材であつて、リップ部を 2 つ以上有する耐衝撃部材。

[請求項10] 請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の耐衝撃部材であつて、リップ部の高さが、開断面部の底面からの開口部の高さに対して 5% ~ 100% の割合にある耐衝撃部材。

[請求項11] 請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載の耐衝撃部材であつて、開断面部の板体に対して垂直なリップ部を有する耐衝撃部材。

[請求項12] 請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載の耐衝撃部材であつて、開断面部に直行する面に対して対称なリップ部を有する形状である耐衝撃部材。

[請求項13] 請求項 1 ~ 12 のいずれかに記載の耐衝撃部材であつて、開断面部

の板体の総面積に対して、リップ部の総面積の割合が1%以上となるようリップが形成されている耐衝撃部材。

[請求項14] 耐衝撃性能が  $4 \times 10^{11}$  (N<sub>3</sub>/g) 以上である請求項1~13のいずれかに記載の耐衝撃部材。

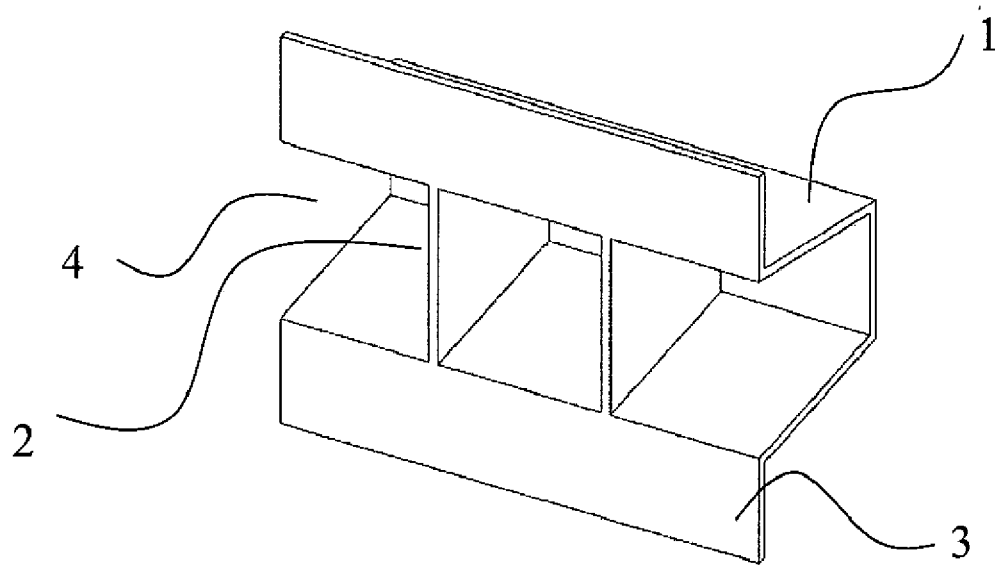
[請求項15] 該耐衝撃部材が更に開断面部の端部に連続するパネル部を有し、開断面部とリップ部とパネル部を一体成形した請求項1~14のいずれかに記載の耐衝撃部材。

[請求項16] 該耐衝撃部材における熱可塑性樹脂の存在量が、炭素繊維100質量部に対し30~500質量部である請求項1~15のいずれかに記載の耐衝撃部材。

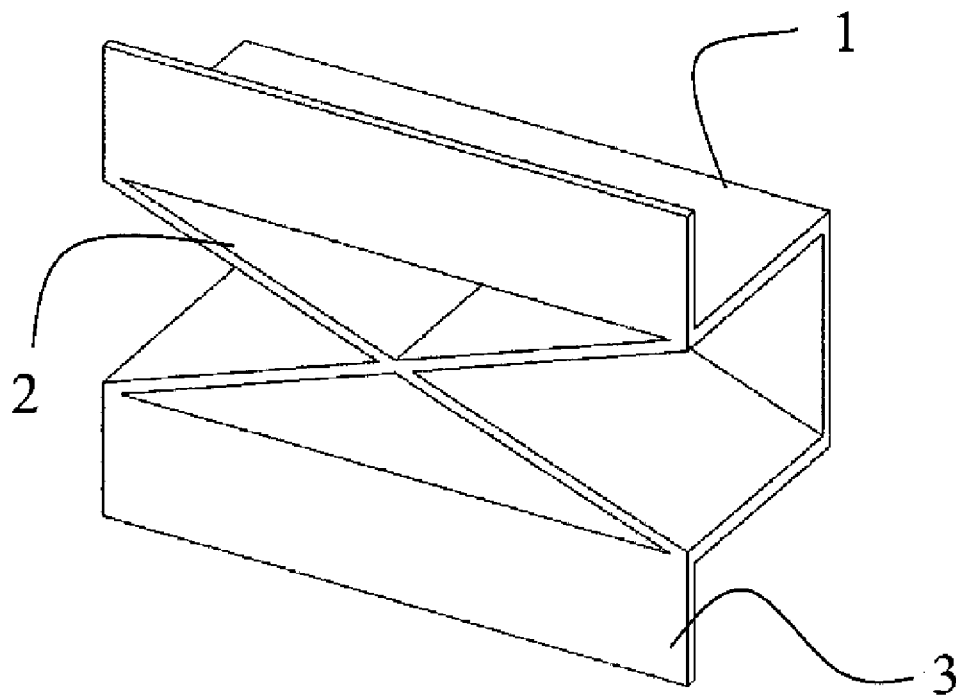
[請求項17] 繊維長3~100mmの炭素繊維と熱可塑性樹脂とから構成され、炭素繊維が25~3000g/m<sup>2</sup>の目付けであり、前記式(1)で定義される臨界単糸数以上で構成される炭素繊維束(A)の、マットの繊維全量に対する割合が20V<sub>0</sub>1%以上99V<sub>0</sub>1%未満であり、かつ炭素繊維束(A)中の平均繊維数(N)が前記式(2)を満たすことを特徴とするランダムマットをプレス成形して得る請求項1~16のいずれかに記載の耐衝撃部材の製造方法。

[請求項18] 繊維長3~100mmの炭素繊維と熱可塑性樹脂とから構成され、炭素繊維が25~3000g/m<sup>2</sup>の目付けであり、前記式(1)で定義される臨界単糸数以上で構成される炭素繊維束(A)の、マットの繊維全量に対する割合が20V<sub>0</sub>1%以上99V<sub>0</sub>1%未満であり、かつ炭素繊維束(A)中の平均繊維数(N)が前記式(2)を満たすことを特徴とするランダムマットを、熱可塑性樹脂の軟化点以上熱分解温度未満の温度まで加熱して得られるプリプレグとし、該プリプレグをプレス成形して得る請求項1~16のいずれかに記載の耐衝撃部材の製造方法。

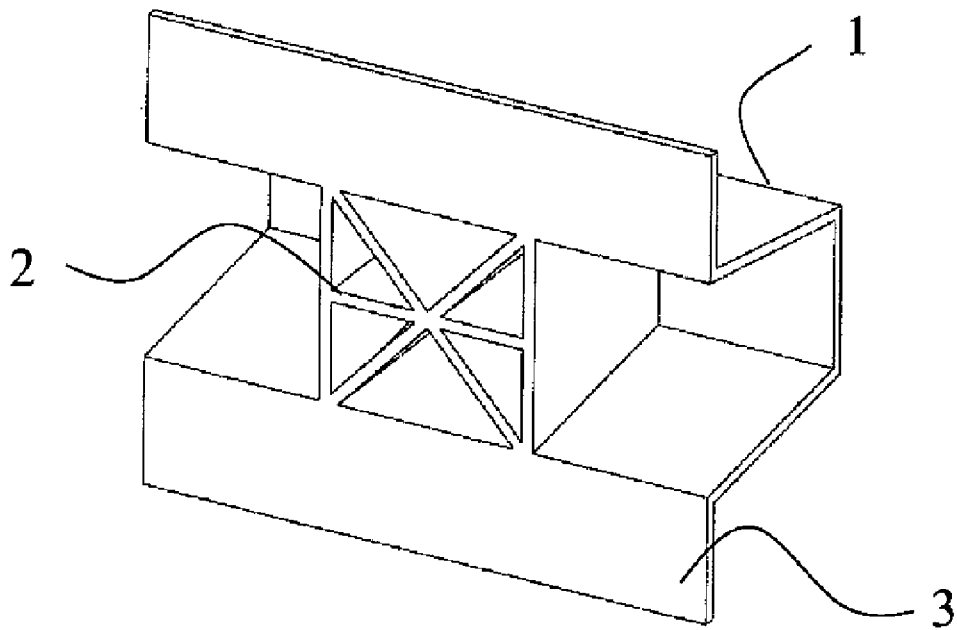
[図1]



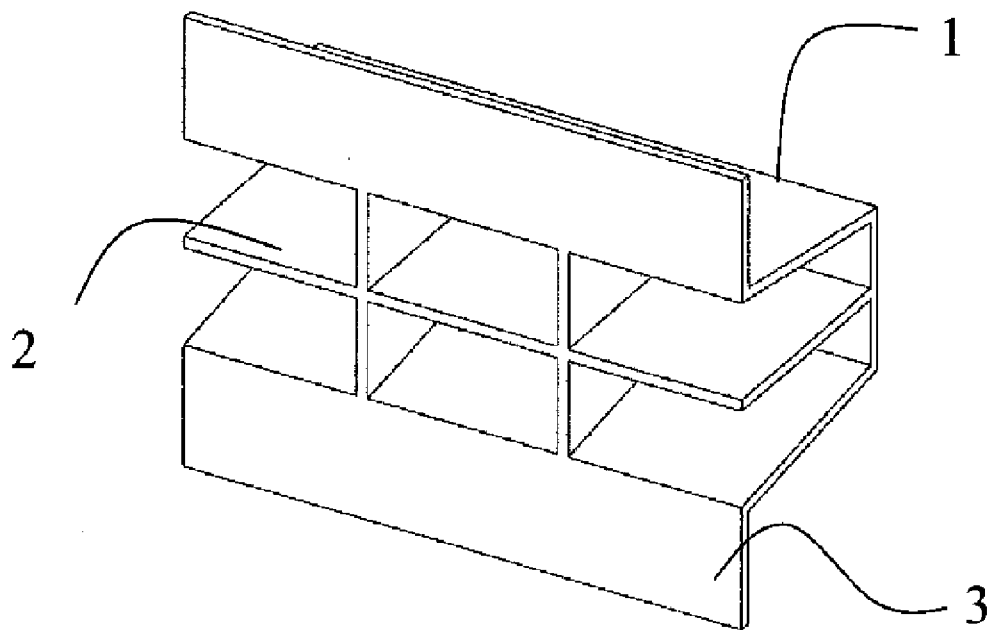
[図2]



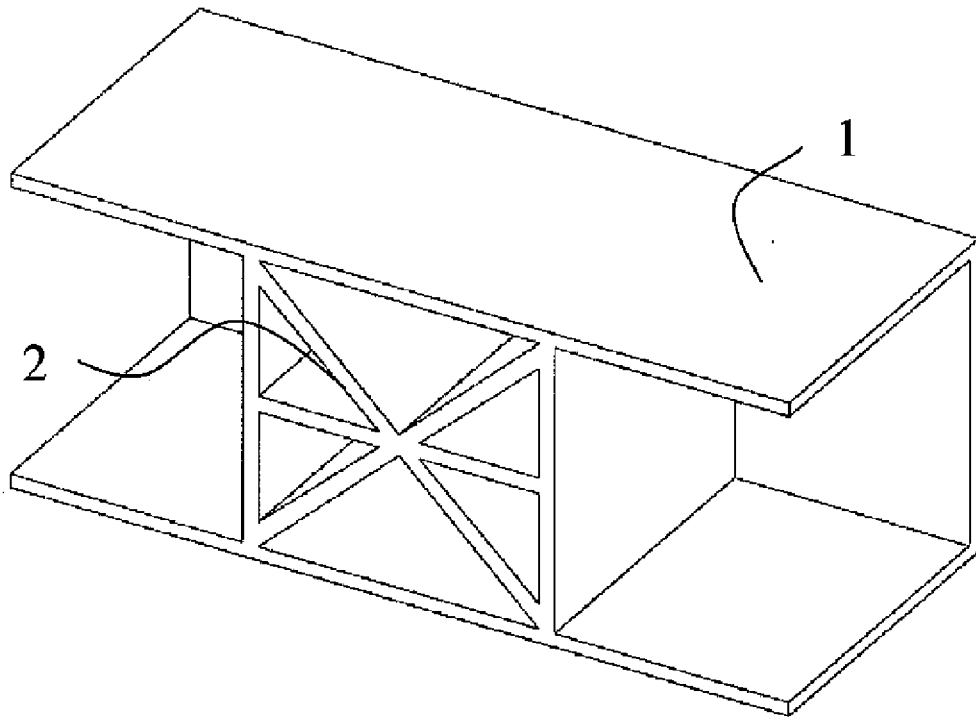
[図3]



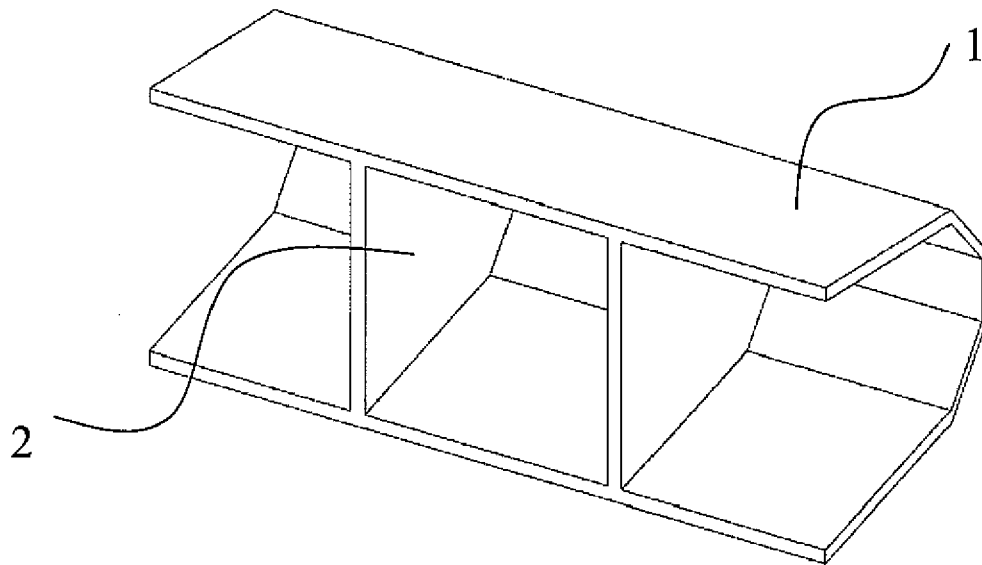
[図4]



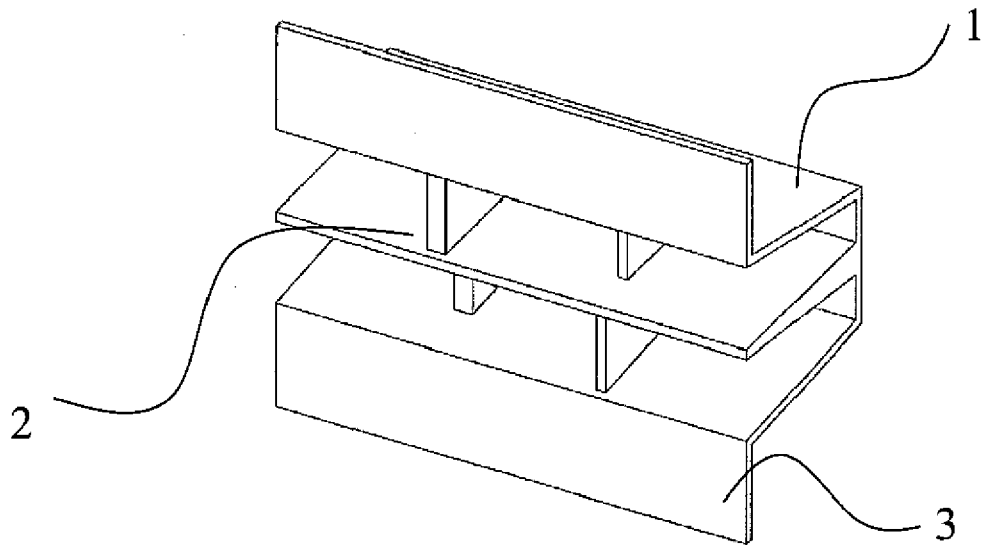
[図5]



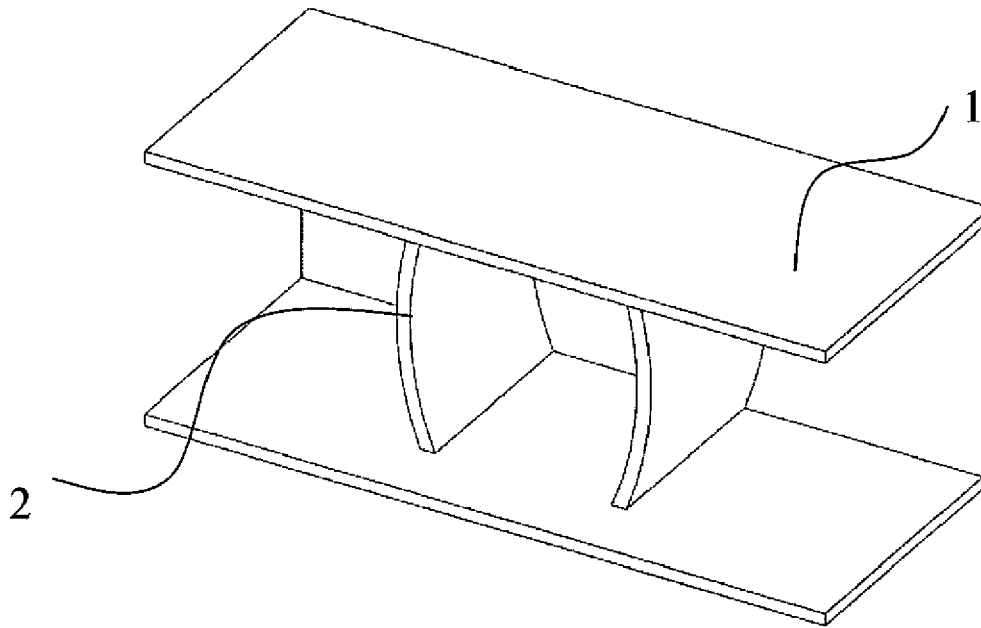
[図6]



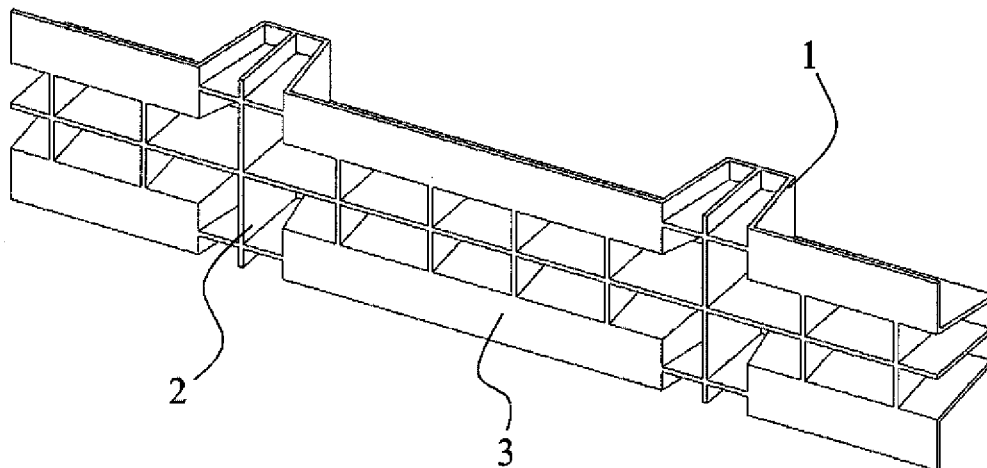
[図7]



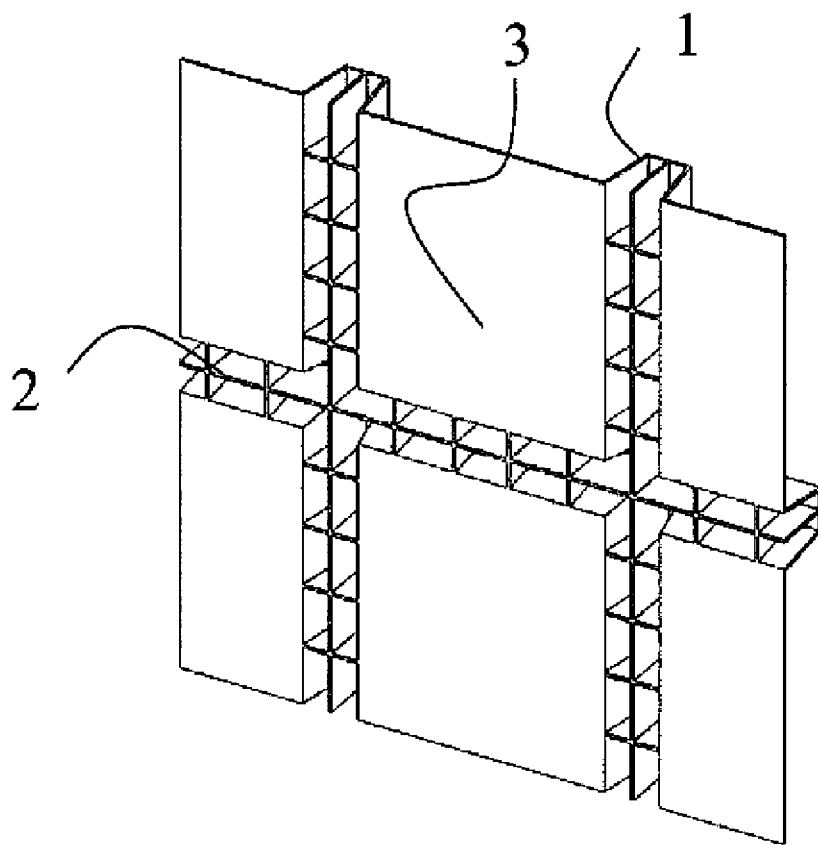
[図8]



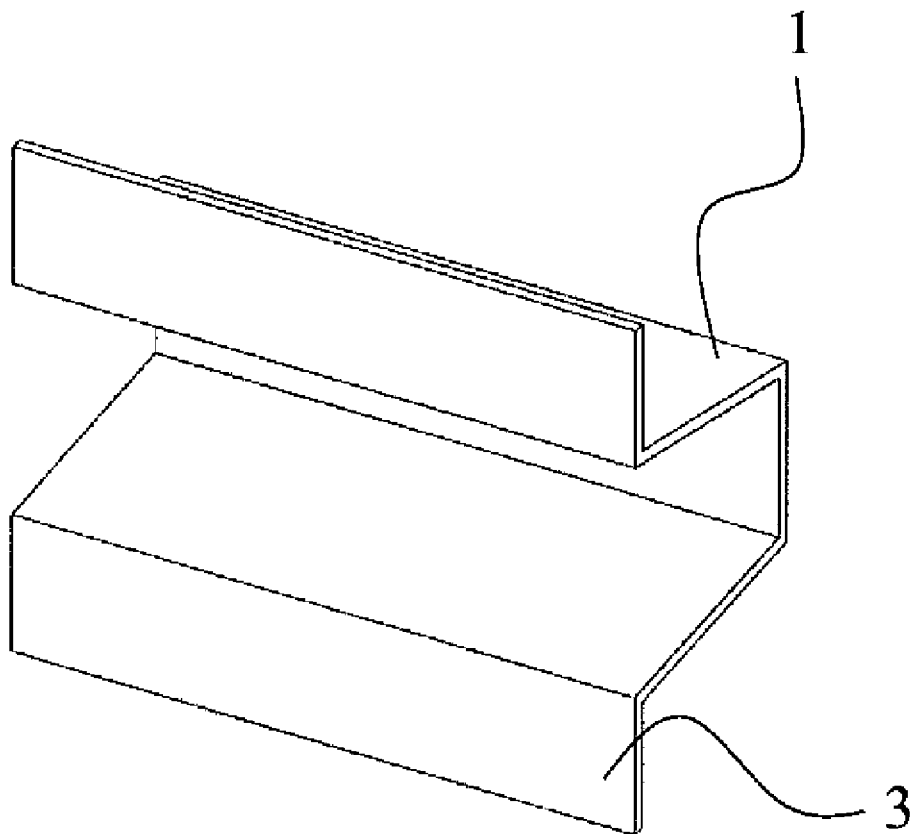
[図9]



[図10]



[図11]



## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 0 1 2 / 0 8 0 6 3 3

## A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

F16F7/12(2006.01)i, C08J5/04(2006.01)i, F16F7/00(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)

F16F7/12, C08J5/04, F16F7/00

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	1996-2013
Kokai	Jitsuyo	Shinan	1971-2013	Toroku	Jitsuyo	Shinan	Koho	1994-2013

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 2009-526705 A (Sabicon Innovative Plastics I.P.B.V.), 23 July 2009 (23.07.2009), entire text; all drawings & US 2007/0200376 A1 & US 2007/0278803 A1 & EP 1986890 A & WO 2007/097878 A1 & DE 602007011399 D & CN 101384452 A & AT 492434 T & AU 2007218093 A & KR 10-2008-0093104 A	1-18
Y	WO 2009/069649 A1 (Mitsui Chemicals, Inc.), 04 June 2009 (04.06.2009), claims; paragraphs [0129], [0130]; table 1 & US 2010/0311892 A1 & EP 2221339 A1 & CN 101878266 A & KR 10-2010-0089888 A	1-18



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

"E" earlier application or patent but published on or after the international filing date

"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)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means

"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

"I" 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

"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

"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

"&amp;" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search  
21 January, 2013 (21.01.13)Date of mailing of the international search report  
29 January, 2013 (29.01.13)Name and mailing address of the ISA/  
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT / JP2 012 / 080633

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 2011-207930 A (Toray Industries, Inc.), 20 October 2011 (20.10.2011), entire text ; all drawings ; all tables (Family : none )	17-18

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))  
 Int.Cl. F16F7/12 (2006.01)i, C08J5/04 (2006.01)i, F16F7/00 (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. F16F7/12, C08J5/04, F16F7/00

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	1922-19
日本国公開実用新案公報	1971-20
日本国実用新案登録公報	1996-20
日本国登録実用新案公報	1994-20

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)  
 年

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 2009-526705 A (サビック イノベティブ プラスチックス イーペー バスローテン フェンノートシヤップ) 2009.07.23, 全文, 全図 & US 2007/0200376 AI & US 2007/0278803 AI & EP 1986890 A & WO 2007/097878 AI & DE 602007011399 D & CN 101384452 A & AT 492434 T & AU 2007218093 A & KR 10-2008-0093104 A	1-18
Y	WO 2009/069649 AI (三井化学株式会社) 2009.06.04, 請求の範囲, 段落 [0129], 段落 [0130], [表 1] & US 2010/0311892 AI & EP 2221339 AI & CN 101878266 A & KR 10-2010-0089888 A	1-18

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	の日の後に公表された文献
IA) 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	Ir) 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
IE) 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	IX) 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
I) 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)	IY) 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
IO) 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献	IZ) 同一パテントファミリー文献
IP) 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願	

国際調査を完了した日 21.01.2013	国際調査報告の発送日 29.01.2013
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) 谷口 耕之助 電話番号 03-3581-1101 内線 3368

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 2011-207930 A (東レ株式会社) 2011. 10. 20 , 全文 ,全図 ,全表 (フ ァミリーなし)	17-18