

(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
2021年6月3日(03.06.2021)



(10) 国際公開番号

WO 2021/106649 A1

(51) 国際特許分類:

B29B 11/16 (2006.01) B29C 70/10 (2006.01)
B29K 105/08 (2006.01) B29C 70/40 (2006.01)
B29K 105/12 (2006.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2020/042586

(22) 国際出願日: 2020年11月16日(16.11.2020)

(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 2019-216111 2019年11月29日(29.11.2019) JP

(71) 出願人: 東レ株式会社 (TORAY INDUSTRIES, INC.) [JP/JP]; 〒1038666 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 今井直吉 (IMAI, Naokichi); 〒7913193 愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番

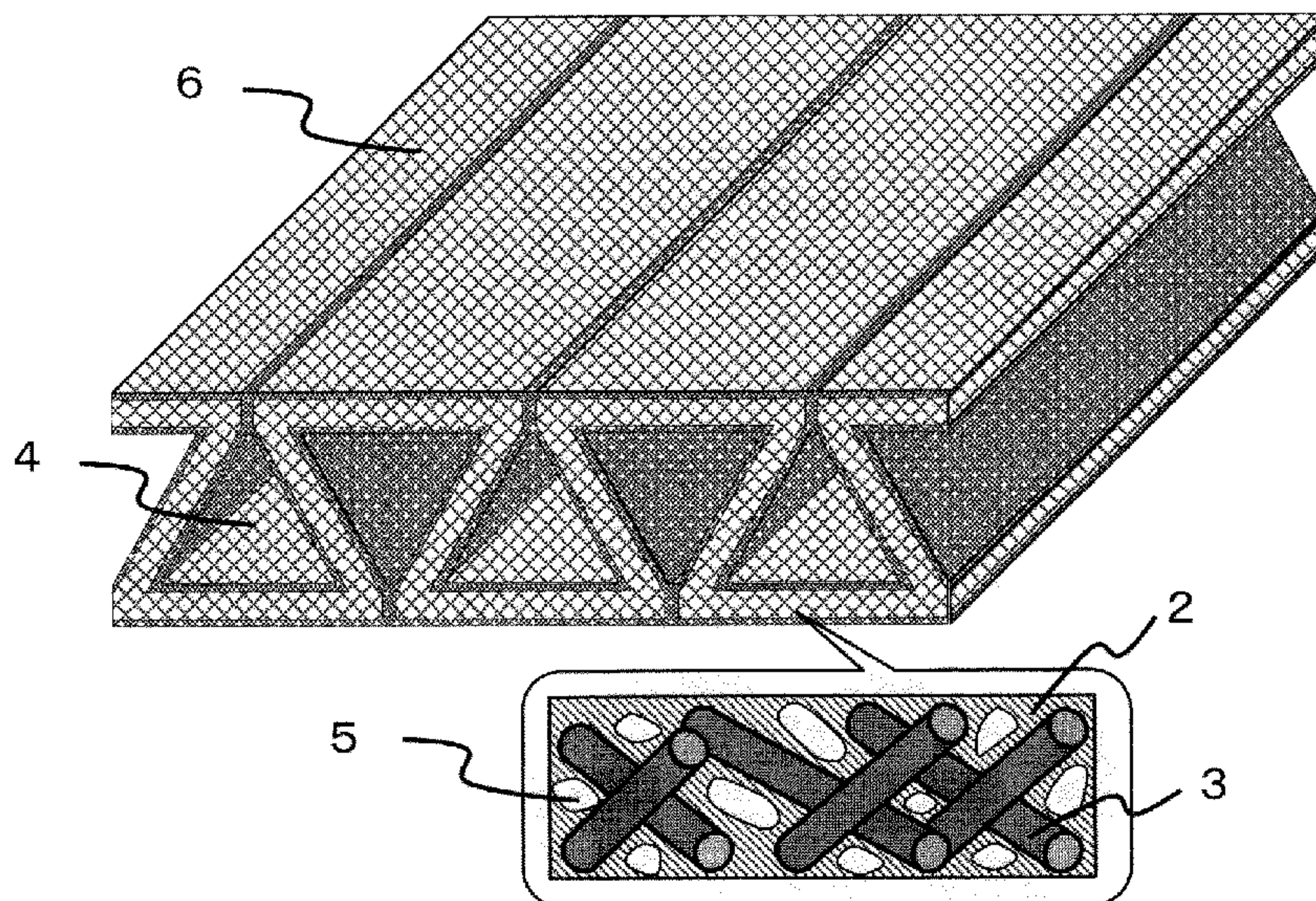
地 東レ株式会社 愛媛工場内 Ehime (JP). 篠原光太郎(SHINOHARA, Kotaro); 〒7913193 愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東レ株式会社 愛媛工場内 Ehime (JP). 本間雅登 (HONMA, Masato); 〒7913193 愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地 東レ株式会社 愛媛工場内 Ehime (JP).

(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, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, 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,

(54) Title: FIBER-REINFORCED COMPOSITE MATERIAL AND SANDWICH STRUCTURE

(54) 発明の名称: 繊維強化複合材料およびサンドイッチ構造体

【図1】



(57) Abstract: The purpose of the present invention is to obtain a fiber-reinforced composite material which achieves a good balance between lightweightness and mechanical characteristics at high levels. The present invention is a fiber-reinforced composite material which contains (A) a resin and (B) reinforcement fibers, while having a porous structure part that has micropores having an average pore diameter of 500 μm or less as determined by a mercury intrusion method and a coarse cavity part that has a maximum length of more than 500 μm as a cross-sectional opening which is defined by the porous structure part.

WO 2021/106649 A1

ST, SV, SY, TH, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG,
US, UZ, VC, VN, WS, 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 :

一 国際調査報告 (条約第21条(3))

(57) 要約 : 本発明の目的は、軽量性と力学特性とを高いレベルで両立させた繊維強化複合材料を得ることである。本発明は、樹脂 (A) と強化繊維 (B) とを含み、水銀圧入法により測定される平均細孔直径が $500\mu\text{m}$ 以下の微多孔を有する多孔質構造部と、該多孔質構造部によって区画された断面開口部としての最大長さが $500\mu\text{m}$ を超える粗大空洞部とを有する繊維強化複合材料である。

明 細 書

発明の名称： 繊維強化複合材料およびサンドイッチ構造体

技術分野

[0001] 本発明は、軽量性と力学特性を両立させた繊維強化複合材料に関する。

背景技術

[0002] 熱硬化性樹脂や熱可塑性樹脂をマトリックスとして用い、炭素繊維やガラス繊維などの強化繊維と組み合わせた繊維強化複合材料は、軽量でありながら、強度や剛性などの力学特性や難燃性、耐食性に優れているため、航空・宇宙、自動車、鉄道車両、船舶、土木建築、電子機器、産業機械、およびスポーツ用品などの数多くの分野に応用されてきた。一方で、燃費の改善や携帯性の観点では、部材や筐体としてさらなる軽量化が求められており、内部に空孔を形成させた多孔質な繊維強化複合材料も開発されてきた。しかしながら、このような多孔質な繊維強化複合材料は、軽量化を目的に空孔の割合を大きくするほど劇的に力学特性が低下するという課題があった。このため繊維強化複合材料を軽量化させた上で、力学特性を両立させる技術が求められていた。

[0003] 繊維強化複合材料の軽量化と力学特性を両立させる技術として、特許文献1には、強化繊維と樹脂と空孔とを有し、補強のための突出部を有する複合構造体を示されている。特許文献2には、硬化樹脂と不織シートから構成される断面がジグザグ状のコア構造体を示されている。特許文献3には、異径断面の炭素繊維を含む紙から構成される構造体と、それを断面がジグザグ状になるように折ったコア構造体を示されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：国際公開第2018/117181号

特許文献2：特表2012-500864号公報

特許文献3：特表2013-511629号公報。

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 特許文献1では、微細な空孔の総量を増やすことにより軽量化がなされる技術であり、軽量化に応じた力学特性の低下が大きいという課題があった。ここではリブやボスといった補強構造を取り入れているが、これは複合構造体の表面に配置される補強構造であり、特定の成形型を必要としたり、薄肉化の面で課題があった。特許文献2および特許文献3に記載の方法では、空孔の径や量を制御せずに樹脂が含浸されており、さらにジグザグ状の構造では曲げ方向の荷重によってジグザグ状の構造が目開きし易く、軽量化と力学特性を両立させるには不十分であった。本発明の目的は、軽量性と力学特性を両立させた繊維強化複合材料を提供することにある。

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の本発明は、樹脂(A)と強化繊維(B)とを含み、水銀圧入法により測定される平均細孔直径が $500\mu\text{m}$ 以下の微多孔を有する多孔質構造部と、該多孔質構造部によって区画された断面開口部としての最大長さが $500\mu\text{m}$ を超える粗大空洞部とを有する繊維強化複合材料である。

発明の効果

[0007] 本発明により、軽量性と力学特性とを高いレベルで両立させた繊維強化複合材料を得ることができる。

図面の簡単な説明

[0008] [図1]本発明の繊維強化複合材料の一実施形態示す模式図

[図2]本発明の繊維強化複合材料の一実施形態における多孔質構造部を拡大した模式図

[図3]本発明の繊維強化複合材料の一実施形態を示す断面模式図

[図4]プリプレグの一実施形態における強化繊維基材(B')の折り角を説明するための模式図

[図5]プリプレグの一実施形態における強化繊維基材（B'）の折り畳み状態を示す模式図

[図6]プリプレグの一実施形態を示す断面模式図

[図7]図6に示す実施形態のプリプレグの一部を拡大した断面模式図

[図8]プリプレグの一実施形態における、強化繊維基材（B'）の周辺を拡大した模式図

[図9]実施例1で作製したプリプレグ中の強化繊維基材（B'）の折り畳み状態を示す模式図

[図10]実施例5で作製したプリプレグ中の強化繊維基材（B'）の折り畳み状態を示す模式図

[図11]比較例3で作製した繊維強化複合材料の一実施形態を示す模式図

発明を実施するための形態

[0009] <繊維強化複合材料>

本発明の繊維強化複合材料は、樹脂（A）と強化繊維（B）とを含み、水銀圧入法により測定される平均細孔直径が $500\mu\text{m}$ 以下の微多孔を有する多孔質構造部と、該多孔質構造部によって区画された断面開口部としての最大長さが $500\mu\text{m}$ を超える粗大空洞部とを有する。

[0010] 以下、本発明の繊維強化複合材料を、適宜図面を参照しつつ説明するが、本発明はこれらの図面に限定されるものではない。しかしながら、当業者には容易に理解されるように、図面に記載された実施形態に関する説明は、上位概念としての本発明の繊維強化複合材料に関する説明としても機能し得るものである。

[0011] 図1は、本発明の繊維強化複合材料の一実施形態を、多孔質構造部の拡大像とともに示した模式図である。多孔質構造部6によって区画された、断面（定義は後述）が略三角形の空間である粗大空洞部4が示されている。拡大像の通り、多孔質構造部6は、樹脂（A）2と強化繊維（B）3を含んでいる。なお、図1の実施形態では、多孔質構造部6は、微多孔5も含んでいる。

[0012] 図3は、図1の実施形態の繊維強化複合材料の、粗大空洞部の延在方向に直交する断面における断面模式図である。また、図2は、多孔質構造部の一実施形態を拡大した模式図である。なお、本明細書において、以降特に断らない場合には、繊維強化複合材料の「断面」は粗大空洞部の延在方向に直交する断面を指すものとする。すなわち、本発明の繊維強化複合材料の粗大空洞部は延在している。

[0013] 図1に示されるように、多孔質構造部6は、強化繊維(B)3と、マトリックスとしての樹脂(A)2とを含むとともに、樹脂(A)中に多数の微多孔5を有している。なお、多孔質構造部はその全体において微多孔を有している必要はなく、強化繊維(B)が存在する領域に微多孔が形成されていればよい。例えば図3に示すように、強化繊維(B)が存在する領域の外部に樹脂(A)2のみからなる領域がある場合、本明細書においては両者を含めて多孔質構造部と呼称するが、後者には微多孔が形成されていなくてもよい。すなわち、本明細書においては本発明の繊維強化複合材料において、粗大空洞部以外の骨格をなす構造体を多孔質構造部と称している。

[0014] 図2に示されるように、多孔質構造部は、強化繊維(B)の間に樹脂(A)が含浸されてなり、前記強化繊維(B)間の樹脂(A)中に微多孔を有することが好ましい。かかる構造とすることで多孔質体として軽量化が成されるとともに、強化繊維(B)による補強効果が発揮できるようになる。

[0015] 繊維強化複合材料の断面においては、粗大空洞部の開口部と、当該開口部を包囲する多孔質構造部とが観察される。すなわち、粗大空洞部は多孔質構造部に包囲されたトンネル状の空間として存在している。

[0016] 粗大空洞部は、断面開口部の最大長さの平均値が500 μ mを超えるものである。ここで、断面開口部の最大長さとは、繊維強化複合材料の断面における開口部内に直線で引くことが可能な最大長さである。開口部の最大長さの平均値が500 μ mを超えていると、大きな軽量化の効果を得ることができる。粗大空洞部の断面開口部の最大長さの平均値は、1000 μ m以上、10000 μ m以下が好ましく、1500 μ m以上、6500 μ m以下がよ

り好ましく、2500 μm 以上、4500 μm 以下がさらに好ましい。

[0017] このように、粗大空洞部が多孔質構造部で包囲されて補強されており、さらに多孔質構造部の微多孔が強化繊維（B）で補強されている構造を有することにより、空孔量の増加による軽量化と空孔の変形抑制とを両立させ、軽量化と力学特性の低下の抑制とを高いレベルで両立可能となる。

[0018] 図3に示す実施形態においては、断面において、粗大空洞部の開口部は多孔質構造部により三辺を包囲された略三角形形状として図示されている。

[0019] 上述の通り、本発明の粗大空洞部は多孔質構造部に包囲されたものであるが、上記の、開口部が多孔質構造部によって三辺を構成した略台形状の空洞部は、すなわち、一辺が包囲されていない空洞部であっても、多孔質構造部を有する場合は、本発明の粗大空洞部とする。本発明の粗大空洞部は、多孔質構造部に包囲されたものであることが好ましい。

[0020] 粗大空洞部の断面開口部の形状は特に限定されないが、略多角形状または略楕円形状（略円形状を含む）が好ましく、略三角形形状または略円形状であることがより好ましい。

[0021] 本発明において、多孔質構造部のマトリックスを構成する樹脂（A）は、熱可塑性樹脂であっても熱硬化性樹脂であっても良いが、熱可塑性樹脂であることが好ましい。樹脂（A）を熱硬化性樹脂とした場合、耐熱性に優れるが、後述のプリプレグを用いた製造方法では樹脂（A）が硬化してしまうと、好ましくない場合がある。プリプレグは、樹脂（A）と、シート状の強化繊維（B）である強化繊維基材（B'）からなるが、樹脂（A）が硬化してしまうと、プリプレグの強化繊維基材（B'）の折り畳み構造の復元力が発現されない場合がある。樹脂（A）を熱可塑性樹脂とすることで、加熱成形における樹脂（A）の溶融や軟化が安定して行え、軽量性に優れる繊維強化複合材料が得られるために好ましい。

[0022] 熱可塑性樹脂としては、例えば、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレート等のポリエステル系樹脂や、ポリエチレン、ポリプロピレン、ポリブチレン、変性ポリプロピレン等のポリオレフィンや、ポリオキ

シメチレン、ポリアミド6、ポリアミド66等のポリアミド、ポリカーボネート、ポリメチルメタクリレート、ポリ塩化ビニルや、ポリフェニレンスルフィド等のポリアリーレンスルフィド、ポリフェニレンエーテル、変性ポリフェニレンエーテル、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、ポリスルホン、変性ポリスルホン、ポリエーテルスルホンや、ポリケトン、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトンケトン等のポリアリーレンエーテルケトン、ポリアリレート、ポリエーテルニトリル、フェノキシ樹脂などが挙げられる。また、これら熱可塑性樹脂は、共重合体や変性体、および／または2種類以上ブレンドした樹脂などであってもよい。

[0023] これらの中でも、成形加工性と耐熱性や力学特性とのバランスから、熱可塑性樹脂は、ポリオレフィン、ポリカーボネート、ポリエステル、ポリアリーレンスルフィド、ポリアミド、ポリオキシメチレン、ポリエーテルイミド、ポリエーテルスルホン、ポリアリーレンエーテルケトンからなる群より選ばれる少なくとも1種の熱可塑性樹脂であることがより好ましく、生産性とコストの観点からポリプロピレンであることがさらに好ましい。

[0024] 樹脂(A)は、さらに、用途等に応じ、本発明の目的を損なわない範囲で適宜、他の充填材や添加剤を含有しても良い。例えば、無機充填材、難燃剤、導電性付与剤、結晶核剤、紫外線吸収剤、酸化防止剤、制振剤、抗菌剤、防虫剤、防臭剤、着色防止剤、熱安定剤、離型剤、帯電防止剤、可塑剤、滑剤、着色剤、顔料、染料、発泡剤、制泡剤、カップリング剤などが挙げられる。

[0025] 樹脂(A)として用いる熱可塑性樹脂の融点は、100℃以上400℃以下が好ましく、120℃以上300℃以下がより好ましく、140℃以上250℃以下がさらに好ましい。かかる温度範囲とすることで、繊維強化複合材料への成形加工性と得られる繊維強化複合材料の耐熱性とが両立可能となることから好ましい。また、樹脂(A)として用いる熱可塑性樹脂のガラス転移温度としては、0℃以上250℃以下が好ましく、50℃以上200℃

以下がより好ましく、100℃以上160℃以下がさらに好ましい。特に樹脂（A）が非晶性熱可塑性樹脂の場合、熱可塑性樹脂のガラス転移温度がかかる範囲とすることで繊維強化複合材料への成形加工性と得られる繊維強化複合材料の耐熱性とが両立可能となることから好ましい。

[0026] 強化繊維（B）は、炭素繊維、ガラス繊維、金属繊維、芳香族ポリアミド繊維、ポリアラミド繊維、アルミナ繊維、炭化珪素繊維、ボロン繊維、玄武岩繊維などが挙げられる。これらは、単独で用いてもよいし、適宜2種以上併用して用いてもよい。これらの中でも、強化繊維（B）は、軽量性と力学特性に優れる観点から炭素繊維であることが好ましい。強化繊維（B）は、弾性率200GPa以上であることが好ましい。また、強化繊維としては、炭素繊維が好ましく、弾性率200GPa以上の炭素繊維は特に好ましい。

[0027] 本発明において、強化繊維（B）は、不連続繊維であることが好ましく、より具体的には数平均繊維長1mm以上、50mm以下であることが好ましく、数平均繊維長は3mm以上、20mm以下であることがより好ましく、4mm以上、10mm以下であることがさらに好ましい。かかる範囲とすることで、強化繊維（B）間の間隔を広げやすくなり、微多孔の形成を制御し易くなるため好ましい。また、多孔質構造部においては、不連続繊維がランダムに分散していることが好ましい。不連続繊維がランダムに分散していることにより、樹脂（A）と強化繊維（B）との濃度ムラが小さく、等方性に優れる繊維強化複合材料が得られる。

[0028] 多孔質構造部は、水銀圧入法により測定される平均細孔直径が500μm以下の微多孔を有する。平均細孔直径は、200μm以下が好ましく、10μm以上150μm以下がより好ましく、30μm以上100μm以下がさらに好ましい。平均細孔直径が小さすぎると軽量化効果が十分でない場合があり、大きすぎると力学特性が低下する場合がある。

[0029] 水銀圧入法とは、水銀圧入ポロシメーターを用いて行う細孔径の測定方法であり、サンプルに水銀を高圧で注入させ、加えた圧力と注入された水銀の量から細孔径を求めることができる。平均細孔直径は下記式（1）から求め

ることができる値である。

$$(\text{平均細孔直径}) = 4 \times (\text{細孔容積}) / (\text{比表面積}) \quad \dots \quad \text{式 (1)}$$

。

[0030] また、本発明において、多孔質構造部の比重は 0.3 g/cm^3 以上、 0.8 g/cm^3 以下であることが好ましく、 0.4 g/cm^3 以上、 0.7 g/cm^3 以下であることがより好ましい。かかる範囲より小さいと力学特性が低下する場合があり、かかる範囲より大きいと軽量化効果が不十分となる場合がある。ここでの比重は、多孔質構造部のみを切り出したサンプルの質量[g]をサンプル形状から求められる体積[cm^3]で除した値であり、無作為に抽出した5つのサンプルで測定した比重の算術平均値である。

[0031] 繊維強化複合材料全体としては、比重が 0.001 g/cm^3 以上、 0.2 g/cm^3 以下であることが好ましく、 0.01 g/cm^3 以上、 0.15 g/cm^3 以下であることがより好ましく、 0.01 g/cm^3 以上、 0.1 g/cm^3 以下であることがさらに好ましい。かかる範囲より小さいと力学特性が不十分となる場合がある。かかる範囲より大きいと軽量化効果が不十分となる場合がある。比重が 0.1 g/cm^3 以下の場合、一般には力学特性を発現させることが特に困難となり、本発明の効果を効率的に発揮できるため好ましい。ここでの比重は、サンプル質量[g]をサンプル形状から求められる体積[cm^3]で除した値である。

[0032] また、本発明の繊維強化複合材料は、樹脂(A)を100質量部とした際の、強化繊維(B)が10質量部以上、100質量部以下であることが好ましく、強化繊維(B)が20質量部以上、50質量部以下であることがより好ましい。かかる範囲より小さいと、強化繊維(B)による補強効果が不十分となる場合がある。かかる範囲より大きいと強化繊維(B)による軽量化効果が不十分となる場合がある。

[0033] 繊維強化複合材料の厚みは、 0.1 mm 以上、 5 mm 以下であることが好ましく、 0.6 mm 以上、 3 mm 以下であることがより好ましい。かかる範囲とすることで、薄肉でも軽量かつ力学特性に優れる本発明の効果が効率的

に発揮できるため好ましい。特に空孔を有する繊維強化複合材料は、プレス工程のような他の材料を圧着させる工程で圧力を維持することが困難な傾向がある。空孔を制御することで、軽量性と力学特性を両立させた本発明における繊維強化複合材料は、このような圧着工程にも好適に適用できるため好ましい。

[0034] さらに、本発明の繊維強化複合材料は、断面において粗大空洞部の開口部が面内方向に整列した構造を有することが好ましく、さらに、そのような構造を有する層が複数層積層されてなる積層構造を有していてもよい。かかる積層構造を有することにより、厚肉や偏肉の成形品が容易に得られることから好ましい。また、開口部が面内方向に整列した層が、各層ごとに粗大空洞部の延在方向を変えつつ積層された積層構造を有することがより好ましく、各層ごとに粗大空洞部の延在方向が直交するように積層された積層構造を有することがさらに好ましい。この場合、上記の本発明の繊維強化複合材料に関する説明において、粗大空洞部の延在方向を用いて説明した内容は、各層ごとの説明として理解されるべきである。積層数としては、2層以上、50層以下が好ましく、2層以上、10層以下がより好ましい。

[0035] 積層方法には特に制限はなく、プリプレグを積層後に加熱する方法や、あらかじめ加熱、成形させた繊維強化複合材料を積層させる方法が例示できる。積層に際して各層間の接合には特に制限は無く、接着剤での接合や熱溶着などが例示できる。とりわけ後述のとおり膨張力に優れる本発明の繊維強化複合材料は、熱溶着時の加熱加圧プロセスにおいても空孔の保持能力に優れることから好ましい。

[0036] <サンドイッチ構造体>

本発明の繊維強化複合材料は、その両面に別の繊維強化樹脂からなるスキン層が配置されたサンドイッチ構造体とすることも好ましい。好ましくは、スキン層は繊維強化複合材料よりも弾性率の高い層である。スキン層を接合する方法には特に制限は無く、接着剤での接合や熱溶着などが例示できる。とりわけ後述の膨張力に優れる本発明の繊維強化複合材料やその積層体は、

熱溶着時の加熱加圧プロセスにおいても空孔の保持能力に優れることから好ましい。

[0037] スキン層の繊維強化樹脂に含まれる強化繊維としては、前述の強化繊維（B）と同種のを好適に用いることができ、軽量性と力学特性、経済性の観点から炭素繊維が好ましい。スキン層の繊維強化樹脂を構成する強化繊維は、数平均繊維長100mm以上であることが好ましく、150mm以上であることが好ましい。強化繊維の長さの上限は特に制限はなく、強化繊維は、繊維配向方向のスキン層の全幅にわたり連続していてもよく、途中で分断されていても良い。なお、サンドイッチ構造体の力学特性の観点からは、連続する強化繊維が一方向に配列されていることが好ましい。また、力学特性の等方性の観点からは、スキン層は強化繊維が、一方向に配列されている繊維強化樹脂層が、積層角度を変えつつ、すなわち各層の強化繊維の配列方向を変えつつ、複数層積層された構造を有することが特に好ましい。

[0038] また、スキン層の繊維強化樹脂に含まれる樹脂は、熱硬化性樹脂であることが好ましい。熱硬化性樹脂としては、例えば、不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ユリア樹脂、メラミン樹脂、熱硬化ポリイミド樹脂、シアネートエステル樹脂、ビスマレイミド樹脂、ベンゾオキサジン樹脂、またはこれらの共重合体、変性体、および、これらの少なくとも2種類をブレンドした樹脂がある。中でも、熱硬化性樹脂としては、力学特性や耐熱性、強化繊維との接着性に優れるエポキシ樹脂が好ましい。

[0039] <繊維強化複合材料の製造方法>

本発明の繊維強化複合材料は、一例として、樹脂（A）がシート状の強化繊維（B）である強化繊維基材（B'）に含浸されてなるプリプレグであって、強化繊維基材（B'）が、プリプレグ中において、折り角が0°以上90°未満の複数の折り目を有する折り畳み状態で存在するプリプレグを、樹脂（A）が溶融または軟化する温度以上に加熱し、成形することで製造することができる。強化繊維基材（B'）が0°以上90°未満の折り角をもつ

て折り畳まれることで、後で、折り畳まれる前の構造に戻ろうとして、折り目が伸張しようとする、すなわち、折角が拡大する方向の力である復元力が解放され、プリプレグの繊維強化複合材料への成形において、プリプレグの厚み方向の膨張力を得ることができる。なお、プリプレグ中の強化繊維基材（B'）は、当該加熱、成形を経て繊維強化複合材料中の強化繊維（B）となる。

[0040] 以下、このようなプリプレグについて説明する。なお、本明細書における折り角とは、折り目の方向に直交する断面（以下、本明細書において特に断った場合を除き、プリプレグの「断面」は折り目の方向に直交する断面を意味するものとする。）を見た場合に、図4に示すように、強化繊維基材（B'）3の折り目31を中心とする屈曲部がなす角度 θ である。強化繊維基材（B'）の折り角は、 0° 以上 75° 以下が好ましく、 0° 以上 45° 以下がより好ましく、 0° 以上 15° 以下がさらに好ましく、 1° 以上 5° 以下がとりわけ好ましい。かかる範囲とすることで繊維強化複合材料への成形における膨張力を高めることができるため好ましい。

[0041] 強化繊維基材（B'）は、断面において、任意に選択された折り目を第1の折り目とした場合に、当該第1の折り目の両側に隣接する2つの折り目を第2の折り目、該第2の折り目の外側にさらに隣接する2つの折り目を第3の折り目、該第3の折り目の外側にさらに隣接する2つの折り目を第4の折り目、と順に数えた場合に、前記第1の折り目と、第 n （ n は4以上の整数）の2つの折り目のうちの少なくとも一方とが近接する形態で折り畳まれていることが好ましい。このように折り畳むことにより、折り目が伸張した際に近接する折り目間に折り込まれた領域が空間を形成しやすくなり、粗大空洞部を形成しやすくなる。なお、本明細書において「近接」という用語は接触している場合も含む概念を表す用語として用いる。また、以降本明細書において、このような形で近接している第1の折り目と、第1の折り目と近接する第 n の折り目とを指して、単に「近接する一对の折り目」という場合がある。

- [0042] また、この場合、断面において、近接する一対の折り目間の直線距離を L_r 、近接する一対の折り目間を強化繊維基材（B'）に沿って結んだ距離を L_f とした場合、 L_r/L_f が0.3以下かつ L_f が1mm以上200mm以下であることが好ましい。 L_r/L_f は0.2以下がより好ましく、0.05以下がさらに好ましい。 L_f は1mm以上100mm以下がより好ましく、2mm以上50mm以下がさらに好ましく、3mm以上10mm以下がとりわけ好ましい。かかる範囲とすることで繊維強化複合材料への成形における空孔径が制御し易くなるため好ましい。
- [0043] 以下、さらに理解を容易にするため、強化繊維基材（B'）の折り畳み状態を具体的に図示した図面を参照しつつ強化繊維基材（B'）の折り畳み状態を説明する。強化繊維基材（B'）の折り畳み状態はこれらの図面によって限定されるものではない。
- [0044] 図5は、一実施形態におけるプリプレグ中での強化繊維基材（B'）の折り畳み状態を説明するため、強化繊維基材（B'）のみを取り出して図示した斜視模式図である。また、図6は、同実施形態のプリプレグの断面模式図であり、図7はさらにその一部を拡大した断面模式図である。
- [0045] 本実施形態において、強化繊維基材（B'）は、断面において、任意に選択された折り目を第1の折り目とした場合に、第1の折り目と、当該第1の折り目に隣接する第2の折り目のうちの一方とを屈曲点とするZ字状構造を含む折り畳み状態をとっている。例えば、図7中31Aで示される折り目を第1の折り目とすると、強化繊維基材（B'）は、当該断面において、当該第1の折り目と、当該第1の折り目に隣接する第2の折り目のうち一方の31Bで示される折り目とを屈曲点とするZ字状構造を形成するよう折り畳まれている。このような折り畳み構造とすることで、Z字状構造が上下に伸張しようとする力が生じ、繊維強化複合材料における粗大空洞部の形成が容易となる。強化繊維基材（B'）が、このようなZ字状構造が連続した折り畳み状態で存在すると、全体として大きな復元力を得ることができる。
- [0046] さらに詳細には、本実施形態において、強化繊維基材（B'）は、断面に

において、ある折り目を第1の折り目とした際に、第1の折り目の両側に隣接する2つの折り目を第2の折り目、該第2の折り目の外側にさらに隣接する2つの折り目を第3の折り目、該第3の折り目の外側にさらに隣接する2つの折り目を第4の折り目、とした場合に、前記第1の折り目と、前記第4の折り目のうちの一方とが近接することによって形成される略三角形形状の構造を含む折り構造を有している。例えば、図7中31Aで示される折り目を第1の折り目とすると、第2の折り目のうちの一方が31B、第3の折り目のうちの一方が31C、第4の折り目のうちの一方が31Dで示される折り目となり、強化繊維基材(B')は、第1の折り目31Aと第4の折り目31Dとが近接することによって形成される略三角形構造を含む折り構造を有している。ここで、第1の折り目31Aと第4の折り目31Dは接していてもよく、ある程度離間していてもよい。すなわち、前述の説明に倣えば、本実施形態においては折り目31Aと折り目31Dとは近接する一对の折り目である。前者の場合、第1の折り目31Aと第4の折り目31Dの接点と、第2の折り目31Bと、第3の折り目31Cとによって略三角形形状構造が形成され、後者の場合、第1の折り目31Aと第4の折り目31Dが離間していることにより一端が開口した略三角形形状構造が形成されていると言える。本明細書において、「略三角形形状」とはこうした構造を包含する用語として用いる。このような折り畳み構造とすることで、略三角形形状構造が上下に伸張しようとする力が生じ、復元力を得ることができる。

[0047] さらに、本実施形態においては、図6に示すように、強化繊維基材(B')は、当該略三角形形状構造を含む折り構造が反転しつつ連続した折り畳み構造を有している。このように規則的な折り畳み構造を有することで、所望の方向に膨張力を制御することが容易となる。なお、本実施形態に限らず、均等な膨張力を得るため、強化繊維基材(B')がプリプレグ全体にわたり規則的な折り畳み構造を有することが好ましい。

[0048] また、本実施形態において、第1の折り目と、当該第1の折り目と近接する第4の折り目との直線距離を L_r 、第1の折り目から第4の折り目まで強

化繊維基材（B'）に沿って結んだ距離を L_f とすると、 L_r/L_f が0.3以下かつ L_f が1mm以上200mm以下であることが好ましい。 L_r は図7に示すように、近接する1対の折り目における強化繊維基材（B'）表面同士の最短距離である。 L_f は近接する1対の折り目間、すなわち図7における第1の折り目31Aから第4の折り目31Dまでの強化繊維基材（B'）の長さに対応する。 L_r/L_f は0.2以下が好ましく、0.05以下がより好ましい。 L_f は1mm以上100mm以下がより好ましく、2mm以上50mm以下がさらに好ましく、3mm以上10mm以下がとりわけ好ましい。 L_f に対する L_r の比をかかるとして、面内方向の復元力を打ち消し合わせることで面内方向への膨張を抑えやすくなり、 L_f に対応する周長を有する粗大空洞部が形成されやすくなり、粗大空洞部の孔径制御が容易となる。

[0049] 強化繊維基材（B'）は、不連続な強化繊維（B）によって構成される不織布であることが好ましい。図8は、前述したプリプレグに含まれる強化繊維基材（B'）の一実施形態を、そこに含浸された樹脂（A）とともに拡大した模式図である。本実施形態においては、強化繊維基材（B'）は、不連続な強化繊維によって構成される不織布である。樹脂（A）が含浸され、圧縮状態にある強化繊維基材（B'）は、樹脂（A）が溶融または軟化して圧縮状態が解放されることで、スプリングバックが生じる。このスプリングバックにより、図2に示すように、強化繊維間や樹脂（A）中に微細な空孔が形成される。すなわち、強化繊維基材（B'）中に微多孔が形成される。強化繊維基材（B'）としては、不連続な強化繊維（B）がランダムに分散した不織布形状であることが特に好ましく、かかる不織布は、エアレイド法、カーディング法、抄紙法などにより製造することが可能である。

[0050] また、本発明の繊維強化複合材料が有する粗大空洞部は、前述のプリプレグ中における強化繊維基材（B'）の折り畳み構造が伸張しようとする復元力によって形成可能である。図3は、図6に示すプリプレグを用いて成形した繊維強化複合材料の一例を示す断面模式図である。プリプレグが加熱され

ることで樹脂（A）が溶融または軟化した状態となり、強化繊維基材（B'）の折り畳み構造の復元力が解放される。この復元力がプリプレグの厚み方向の膨張力となり、この膨張力により強化繊維基材（B'）によって略包囲された粗大空洞部が形成される。

[0051] 従って、強化繊維基材の折り畳み構造は、前述したプリプレグにおける折り畳み構造と略同様であり、折り畳み構造についての説明は前述のプリプレグにおける記載に準じる。但し、前述したプリプレグを用いて成形した場合、強化繊維基材（B'）の折り角は成形によって大きくなる。

[0052] さらに、本実施形態においては、樹脂（A）は、強化繊維基材（B'）に含浸されている樹脂であり、より具体的には強化繊維基材（B'）の内部と、前述の強化繊維基材（B'）の折り畳みによって強化繊維基材（B'）間に形成される空間の両者に含浸されている樹脂である。さらに粗大空洞部は、図3に示すように、強化繊維（B）の近接する1対の折り目31の間が樹脂（A）によって結合された構造をとることが好ましい。かかる構造とすることで、繊維強化複合材料に荷重が付加された際に、近接する1対の折り目での目開きによる変形が抑えられる。

[0053] 上記のようなプリプレグは、一例として、以下の工程[1]及び[2]をこの順に有する製造方法により製造することができる。

工程[1]：強化繊維基材（B'）を折り畳んで複数の折り目を有する折り畳み状態とする工程；

工程[2]：折り畳み状態の強化繊維基材（B'）に、樹脂（A）を複合化させる工程。

[0054] 工程[1]においては、強化繊維基材（B'）を前述した折り畳み状態に折り畳む。一般に、弾性率の高い強化繊維ほど、伸度が低く、屈曲により破壊し易い傾向がある。工程[1]において、強化繊維基材（B'）をあらかじめ折り畳むことで、強化繊維間の空隙により強化繊維単糸の曲率が抑えられ繊維の破壊を抑えて折りたたむことが可能となる。

[0055] 工程[2]において、樹脂（A）を強化繊維基材（B'）に複合化させる方

法としては、溶融状態の樹脂（A）を強化繊維基材（B'）に直接注入させる方法や、フィルム状、粉末状、または繊維状の樹脂（A）を強化繊維基材（B'）に複合化させ、加熱溶融により含浸させる方法が挙げられる。樹脂（A）が溶融または軟化する温度以上に加熱された状態で圧力を付与し、強化繊維基材（B'）に含浸させる方法が、製造の容易さの観点から望ましい。かかる含浸方法を実現するための設備としては、プレス成形機やダブルベルトプレス機を好適に用いることができる。バッチ式の場合は前者であり、加熱用と冷却用との2機以上を並列した間欠式プレスシステムとすることで生産性の向上が図れる。連続式の場合は後者であり、連続的な加工を容易に行うことができるので連続生産性に優れる。

[0056] 本発明の繊維強化複合材料は、前述のプリプレグを樹脂（A）が溶融または軟化する温度以上に加熱し、成形することにより製造することができる。樹脂（A）が溶融または軟化する温度以上に加熱されて軟化することで、強化繊維基材（B'）の折り畳み構造が折りた畳まれる前の構造に戻ろうとする復元力、すなわち、折り角が拡大する方向の力が解放される。この復元力がプリプレグの厚み方向の膨張力となり、この膨張力により強化繊維基材（B'）によって、強化繊維基材（B'）に押し上げられる形でプリプレグが膨張する。図3は、図6に示すプリプレグを用いて成形した繊維強化複合材料の一例を示す断面模式図である。このように、プリプレグが加熱されて樹脂（A）が軟化することで、強化繊維基材（B'）の折り角が拡大する方向に強化繊維基材（B'）が変形し、プリプレグは膨張する。典型的には、図3に示すように、この膨張によって多孔質構造部によって区画された粗大空洞部4が形成される。

[0057] 樹脂（A）が溶融または軟化する温度は、具体的には、樹脂（A）が結晶性熱可塑性樹脂の場合、融点より高い温度であればよいが、融点より20℃以上高い温度であることが好ましい。また、樹脂（A）が非晶性熱可塑性樹脂の場合、ガラス転移温度より高い温度であればよいが、ガラス転移温度より20℃以上高い温度が好ましい。上限温度としては、樹脂（A）の熱分解

温度以下の温度を付与することが好ましい。

[0058] また、成形においては、加熱によって膨張したプリプレグの厚み調整を行うことが好ましい。厚み制御を行う方法としては、得られる繊維強化複合材料が目的の厚みに制御できれば方法によらないが、金属板などを用いて厚みを拘束する方法、加圧力の調節により直接的に厚み制御する方法などが製造の簡便さの観点から好ましい。かかる方法を実現するための設備としては、プレス成形機やダブルベルトプレス機を好適に用いることができる。バッチ式の場合は前者であり、加熱用と冷却用の2機以上を並列した間欠式プレスシステムとすることで生産性の向上が図れる。連続式の場合は後者であり、連続的な加工を容易に行うことができるため連続生産性に優れる。

実施例

[0059] 実施例および比較例で用いた材料は以下の通りである。

[0060] [PP樹脂]

ポリプロピレン（プライムポリマー（株）製“プライムポリプロ”（登録商標）J105G）80質量%と、酸変性ポリプロピレン（三井化学（株）製“アドマー”QB510）20質量%とからなり、JIS K7121（2012）に準拠して測定した融点が160℃である結晶性のポリプロピレン樹脂組成物を用いた。かかるポリプロピレン樹脂組成物は、熱可塑性樹脂であるポリプロピレンと酸変性ポリプロピレンを原料として前記質量比で混合し、シリンダー温度200℃の二軸押出機で熔融混練させた樹脂ペレットとして作製した。さらにこの樹脂ペレットを、金型表面温度180℃、フィルム厚み0.22mmとなるように調節したプレス成形機を用いてプレス成形し、目付200g/cm²のPP樹脂フィルムを作製した。

[0061] [PC樹脂]

ポリカーボネート（三菱エンジニアリングプラスチック（株）製“ユーピロン”（登録商標）H-4000）からなり、JIS K7121（2012）に準拠して測定したガラス転移温度が150℃である非晶性のポリカーボネート樹脂を用いた。熱可塑性樹脂であるポリカーボネートの樹脂ペレッ

トを、金型表面温度240℃、フィルム厚み0.17mmとなるように調節したプレス成形機を用いてプレス成形し、目付200g/cm²のPC樹脂フィルムを作製した。

[0062] [エポキシ樹脂フィルム]

エポキシ樹脂（ジャパンエポキシレジン（株）製”エピコート（登録商標）”828：30質量部、”エピコート（登録商標）”1001：35質量部、”エピコート（登録商標）”154：35質量部）にポリビニルホルマール（チッソ（株）製”ビニレック（登録商標）”K）：5質量部をニーダーで加熱混練してポリビニルホルマールを均一に溶解させた後、硬化剤ジシアンジアミド（ジャパンエポキシレジン（株）製DICY7）：3.5質量部と、硬化剤4,4-メチレンビス（フェニルジメチルウレア）（パイ・テイ・アイジャパン（株）”オミキュア”（登録商標）52）：7質量部を、ニーダーで混練して未硬化のエポキシ樹脂組成物を調整した。これからナイフコーターを用いて目付200g/m²のエポキシ樹脂フィルムを作製した。

[0063] [炭素繊維不織布]

ポリアクリロニトリルを主成分とする共重合体から紡糸、焼成処理、および表面酸化処理を行い、総単糸数12,000本の炭素繊維束を得た。この炭素繊維束の特性は、JIS R7608（2007）に準拠して測定した引張弾性率が220GPaであり、単繊維直径7μmの円形断面であった。前記炭素繊維束を用い、カートリッジカッターで6mm長にカットし、チョップド炭素繊維を得た。水と界面活性剤（ナカライテクス（株）製、ポリオキシエチレンラウリルエーテル（商品名））とからなる濃度0.1質量%の分散液を作製し、この分散液とチョップド炭素繊維とを用いて、炭素繊維基材を作製した。製造装置は、分散槽として容器下部に開閉コックを有する直径1000mmの円筒状の容器、分散槽と抄紙槽とを接続する直線状の輸送部（傾斜角30°）を備えている。分散槽の上面の開口部には攪拌機が付属し、開口部からチョップド炭素繊維および分散液（分散媒体）を投入可能である。抄紙槽は、底部に幅500mmの抄紙面を有するメッシュコンベアを

備え、炭素繊維基材（抄紙基材）を運搬可能なコンベアをメッシュコンベアに接続している。抄紙は分散液中の炭素繊維濃度を0.05質量%として行った。抄紙した炭素繊維基材は200℃の乾燥炉で30分間乾燥し、炭素繊維の単糸の配向方向がランダムに分散した炭素繊維不織布とした。

[0064] [スキン層に用いた熱硬化性プリプレグ]

ポリアクリロニトリルを主成分とする共重合体から紡糸、焼成処理、および表面酸化処理を行い、総単糸数12,000本の炭素繊維束を得た。この炭素繊維束の特性は、JIS R7608（2007）に準拠して測定した引張弾性率が220GPaであり、単繊維直径7μmの円形断面であった。

[0065] エポキシ樹脂（ジャパンエポキシレジン（株）製”エピコート（登録商標）”828：30質量部、”エピコート（登録商標）”1001：35質量部、”エピコート（登録商標）”154：35質量部）にポリビニルホルマール（チッソ（株）製”ビニレック（登録商標）”K）：5質量部をニーダーで加熱混練してポリビニルホルマールを均一に溶解させた後、硬化剤ジシアンジアミド（ジャパンエポキシレジン（株）製DICY7）：3.5質量部と、硬化剤4,4-メチレンビス（フェニルジメチルウレア）（パイ・テイ・アイジャパン（株）”オミキュア”（登録商標）52）：7質量部を、ニーダーで混練して未硬化のエポキシ樹脂組成物を調整した。これからナイフコーターを用いて目付132g/m²のエポキシ樹脂フィルムを作製した。

[0066] そして、炭素繊維束を一方向に配向させたシートを用意し、その両面にエポキシ樹脂フィルムをそれぞれ重ね、加熱、加圧することによってエポキシ樹脂を含浸させ、単位面積当たりの炭素繊維の質量が125g/m²、繊維体積含有率60%、厚み0.125mmの熱硬化性プリプレグとした。

[0067] 各実施例・比較例における構造、物性などの評価方法は以下の通りである。

[0068] [折り角の評価]

プリプレグから、炭素繊維不織布の折り目と直交する断面が観察面となるようにサンプルを切り出し、炭素繊維不織布の折り目の断面が観察できるよ

うに研磨を行った。得られたサンプルをレーザー顕微鏡（キーエンス（株）製、VK-9510）で観察し、観察画像において、装置付属のソフトウェアによって角度の測定を行い、それぞれの折り目について図4に示すように、炭素繊維不織布3の折り目31を中心とする屈曲部がなす角度 θ を求めた。計20か所の折り目について折り角を求め、算術平均値を求めた。

[0069] [L_rおよびL_fの評価]

プリプレグから、炭素繊維不織布の折り目と直交する断面が観察面となるようにサンプルを切り出し、炭素繊維不織布の近接する1対の折り目と、この近接する1対の折り目間を連続した炭素繊維不織布が結んだ断面が観察できるように研磨を行った。得られたサンプルをレーザー顕微鏡（キーエンス（株）製、VK-9510）で観察し、観察画像において、装置付属のソフトウェアによって測長を行い、近接する1対の折り目間の直線距離（L_r）と、この近接する1対の折り目間を炭素繊維不織布に沿って結んだ距離（L_f）を求めた。計20か所の近接する折り目についてL_r、L_fおよびL_r/L_fを求め、算術平均値を求めた。

[0070] [粗大空洞部の評価]

繊維強化複合材料から、厚み方向と平行な断面が観察面となるようにサンプルを切り出し、炭素繊維不織布の近接する1対の折り目と、この近接する1対の折り目間を連続した炭素繊維不織布が結んだ断面が観察できるように研磨を行った。得られたサンプルをレーザー顕微鏡（キーエンス（株）製、VK-9510）で観察することで、粗大空洞部の断面を平面状の断面開口部として観察した。装置付属のソフトウェアによって測長を行い、断面開口部内に引くことができる最大の直線の長さを求めた。計20か所の断面開口部について測定を行い、その算術平均値を断面開口部の最大長さとした。なお、算術平均に用いる値には、近接するそれぞれの断面開口部や、奥行方向に5cm以上間隔を空けたサンプルを用意し、それらの測定結果を用いた。

[0071] [平均細孔直径の評価]

水銀圧入ポロシメーターとしてマイクロメリティックス社製オートポア1

V9510を用い、水銀圧入圧力4kPaから400MPaの範囲で細孔径の測定を行った。平均細孔直径は、測定結果として得られた細孔容積と比表面積とから、式(1)により求めた。

$$(\text{平均細孔直径}) = 4 \times (\text{細孔容積}) / (\text{比表面積}) \quad \dots \quad \text{式(1)}$$

。

[0072] [多孔質構造部の比重の評価]

多孔質構造部の比重は、繊維強化複合材料から多孔質構造部を切り出したサンプルを用意し、サンプル質量[g]をサンプルの外周から求められる体積[cm³]で除した値であり、無作為に抽出した5つのサンプルで測定した比重の算術平均値により得られる。

[0073] [繊維強化複合材料の比重の評価]

繊維強化複合材料の比重は、繊維強化複合材料の質量[g]を繊維強化複合材料の外周から求められる体積[cm³]で除した値として求めることができる。

。

[0074] [強化繊維(B)の数平均繊維長の評価]

繊維強化複合材料から、質量が2gとなるようにサンプルを切り出し、このサンプルを電気炉内で500℃下1時間加熱することにより樹脂(A)を焼き飛ばし、強化繊維(B)を単離した。レーザー顕微鏡(キーエンス(株)製、VK-9510)を用いて観察し、装置付属のソフトウェアによって計400本の強化繊維(B)について繊維長を測定し、これらの算術平均値を強化繊維(B)の数平均繊維長として求めた。

[0075] [荷重時たわみの評価]

試験機として“インストロン”(登録商標)5565型万能材料試験機(インストロン・ジャパン(株)製)を用い、1辺100mmの正方形の内径を有する下圧子の上に前記内径を覆うようにサンプルを設置し、前記正方形の内径の対角線の交点の直上から平面の面積が10mm²の円筒状の上圧子により荷重を徐々に負荷し、50N荷重時の変位から0.1N荷重時(接触開始時)の変位を引いた値をたわみ量[mm]として、以下の3段階で評価

し、goodおよびfairを合格とした。

good：たわみ量が2mm以下である。

fair：たわみ量が2mmより大きく、3mm以下である。

bad：たわみ量が3mmより大きい。

[0076] 以下、実施例および比較例で作製したプリプレグ、繊維強化複合材料およびサンドイッチ構造体について説明する。

[0077] [実施例1]

強化繊維基材(B')として上記のように作製した炭素繊維不織布を図9に示す断面構造となるよう折りたたんだ目付100g/cm²の折り畳み基材を用意した。この際、プリプレグとした際に、強化繊維基材(B')の近接する1対の折り目8において、近接する1対の折り目間の直線距離(Lr)が0mm、すなわち接触するように折り畳み、かかる近接する1対の折り目間を炭素繊維不織布に沿って結んだ距離(Lf)が10mmとなるように折りたたんだ。さらに、折り畳み基材の表裏を合わせて見た近接する1対の折り目の構成比率9が対称構造になるように折り畳んだ。すなわち、一方の面において、近接する1対の折り目とその隣に配置された近接する1対の折り目との中間に、もう一方の面の近接する1対の折り目が配置されて繰り返すように折り畳んだ。次いで炭素繊維不織布に、樹脂(A)として目付が200g/cm²のPP樹脂フィルムを積層し、加熱プレスを行った。加熱プレス工程では、金型温度180℃、圧力3MPaで10分間加圧することでPP樹脂を炭素繊維不織布に含浸させて1辺200mmのプリプレグを得た。

[0078] また、得られたプリプレグ1枚を、金型表面温度180℃、成形品厚み2.8mmとなるように調節したプレス成形機を用いて、10分間加熱膨張させることにより、繊維強化複合材料を成形した。得られた繊維強化複合材料は図1に示すような多孔質構造部により三辺を包囲された断面が略三角形の開口部を有していた。粗大空洞部の開口部が面内方向に整列していた。強化繊維(B)の数平均繊維長は6mmであった。評価結果を表1に示す。

[0079] [実施例2]

強化繊維基材（B'）として、 L_r が1 mm、 L_f が9 mmとなるよう折り畳み基材の構成を変更した以外は、実施例1と同様に加工を行い、プリプレグと繊維強化複合材料を得た。得られた繊維強化複合材料は図1に示すような多孔質構造部により三辺を包囲された断面が略三角形形状の開口部を有していた。粗大空洞部の開口部が面内方向に整列していた。評価結果を表1に示す。

[0080] [実施例3]

強化繊維基材（B'）として、 L_r が2 mm、 L_f が8 mmとなるよう折り畳み基材の構成を変更した以外は、実施例1と同様に加工を行い、プリプレグと繊維強化複合材料を得た。得られた繊維強化複合材料は図1に示すような多孔質構造部により三辺を包囲された断面が略三角形形状の開口部を有していた。粗大空洞部の開口部が面内方向に整列していた。評価結果を表1に示す。

[0081] [実施例4]

強化繊維基材（B'）として、実施例1と同様の折り畳み基材を用い、樹脂（A）として目付が 200 g/cm^2 のPC樹脂フィルムを積層し、加熱プレスを行った。加熱プレス工程では、金型温度 240°C 、圧力3 MPaで10分間加圧することでPC樹脂を炭素繊維不織布に含浸させて1辺200 mmのプリプレグを得た。得られたプリプレグ1枚を、金型温度 240°C 、成形品厚み2.2 mmとなるように調節したプレス成形機を用いて、10分間加熱膨張させることにより、繊維強化複合材料を成形した。得られた繊維強化複合材料は図1に示すような多孔質構造部により三辺を包囲された断面が略三角形形状の開口部を有していた。粗大空洞部の開口部が面内方向に整列していた。評価結果を表1に示す。

[0082] [実施例5]

強化繊維基材（B'）として炭素繊維不織布を図10に示す断面構造となるよう折りたたんだ目付 100 g/cm^2 の折り畳み基材を用意した。この際、プリプレグとした際に、近接する1対の折り目間の直線距離（ L_r ）が0

mm、すなわち接触するように折り畳み、かかる近接する1対の折り目間を連続した炭素繊維不織布に沿って結んだ長さ(Lf)が10mmとなるように折りたたんだ。さらに、折り畳み基材の表裏を合わせて見た近接する1対の折り目の構成比率が非対称構造、すなわち一方の面において、近接する1対の折り目とその隣に配置された近接する1対の折り目の距離が1対4に分割される位置に、もう一方の面の近接する1対の折り目が配置されて繰り返すように折りたたんだ。次いで炭素繊維不織布に、樹脂(A)として目付が200g/cm²のPP樹脂フィルムを積層し、加熱プレスを行った。加熱プレス工程では、金型温度180℃、圧力3MPaで10分間加圧することでPP樹脂を炭素繊維不織布に含浸させて1辺200mmのプリプレグを得た。

[0083] また、得られたプリプレグ1枚を、金型温度180℃、成形品厚み2.8mmとなるように調節したプレス成形機を用いて、10分間加熱膨張させることにより、繊維強化複合材料を成形した。得られた繊維強化複合材料は図1に示すような多孔質構造部により三辺を包囲された断面が略三角形の開口部を有していた。粗大空洞部の開口部が面内方向に整列していた。評価結果を表1に示す。

[0084] [実施例6]

実施例1で得られたプリプレグを2枚積層してプリフォームとし、金型温度180℃、成形品厚み4.8mmとなるように調節したプレス成形機を用いて、10分間加熱することにより、積層体の繊維強化複合材料を成形した。得られた繊維強化複合材料は図1に示すような多孔質構造部により三辺を包囲された断面が略三角形の開口部を有し、これが2層に積層された構造であった。粗大空洞部の開口部が面内方向に整列していた。評価結果を表1に示す。

[0085] [実施例7]

実施例1で得られた繊維強化複合材料をコア層に用い、その外側にスキン層として上記のように作製した熱硬化性プリプレグを配置させ、一方のスキ

ン層の表面の強化繊維の配向方向を 0° として基準とし、積層構成が、 $[0^{\circ} / 90^{\circ} / \text{繊維強化複合材料} / 90^{\circ} / 0^{\circ}]$ となるように積層した。次いで、金型温度 150°C 、圧力 1MPa で 10 分間加熱プレスすることで、熱硬化性プリプレグを硬化させ、サンドイッチ構造体を得た。得られたサンドイッチ構造体中の繊維強化複合材料の厚みは 2.4mm であり、サンドイッチ構造体とする際も圧壊せずコア層として良好に用いることができた。

[0086] [実施例 8]

実施例 6 で得られた積層体の繊維強化複合材料をコア層に用い、その外側にスキン層として熱硬化性プリプレグを配置させ、一方のスキン層の表面の強化繊維の配向方向を 0° として基準とし、積層構成が、 $[0^{\circ} / 90^{\circ} / \text{繊維強化複合材料} / 90^{\circ} / 0^{\circ}]$ となるように積層した。次いで、金型温度 150°C 、圧力 1MPa で 10 分間加熱プレスすることで、熱硬化性プリプレグを硬化させ、サンドイッチ構造体を得た。得られたサンドイッチ構造体中の積層体の厚みは 4.3mm であり、サンドイッチ構造体とする際も圧壊せずコア層として良好に用いることができた。

[0087] [比較例 1]

平面状で折り目の無い $100\text{g}/\text{cm}^2$ の炭素繊維不織布に、目付が $200\text{g}/\text{cm}^2$ のPP樹脂フィルムを積層し、加熱プレスを行った。加熱プレス工程では、金型温度 180°C 、圧力 3MPa で 10 分間加圧することでPP樹脂を前記基材に含浸させて 1 辺 200mm のプリプレグを得た。得られたプリプレグ 1 枚を、金型温度 180°C に調節したプレス成形機を用いて、 10 分間加熱膨張させることにより、繊維強化複合材料を成形した。金型の上型と下型との距離を 2.8mm とし、成形品厚み 2.8mm を目的に成形したが、プリプレグは金型の上型と下型の間で厚みまで膨張せず、得られた繊維強化複合材料に粗大空洞部は形成されず厚みは 0.9mm に留まった。評価結果を表 1 に示す。

[0088] [比較例 2]

強化繊維基材 (B') として上記のように作製した炭素繊維不織布を図 9

に示す断面構造となるよう折りたたんだ目付 100 g/cm^2 の折り畳み基材を用意した。この際、プリプレグとした際に、強化繊維基材 (B') の近接する1対の折り目8において、近接する1対の折り目間の直線距離 (L_r) が 0 mm 、すなわち接触するように折り畳み、かかる近接する1対の折り目間を炭素繊維不織布に沿って結んだ距離 (L_f) が 10 mm となるように折りたたんだ。さらに、折り畳み基材の表裏を合わせて見た近接する1対の折り目の構成比率9が対称構造になるように折り畳んだ。すなわち、一方の面において、近接する1対の折り目とその隣に配置された近接する1対の折り目との中間に、もう一方の面の近接する1対の折り目が配置されて繰り返すように折り畳んだ。次いで炭素繊維不織布に、樹脂 (A) として目付が 200 g/cm^2 のエポキシ樹脂フィルムを積層し、加熱プレスを行った。加熱プレス工程では、金型温度 180°C 、圧力 3 MPa で10分間加圧することでエポキシ樹脂が炭素繊維不織布に含浸、硬化した1辺 200 mm のプリプレグを得た。

[0089] また、得られたプリプレグ1枚を、金型温度 180°C に調節したプレス成形機を用いて、10分間加熱させることにより、繊維強化複合材料を成形した。金型の上型と下型との距離を 2.8 mm とし、成形品厚み 2.8 mm を目的に成形したが、プリプレグは金型の上型と下型の間の厚みまで膨張せず、得られた繊維強化複合材料に粗大空洞部と微多孔は形成されておらず厚みは 0.3 mm に留まった。評価結果を表1に示す。

[0090] [比較例3]

平面状で折り目の無い 100 g/cm^2 の炭素繊維不織布に、目付が 200 g/cm^2 のエポキシ樹脂フィルムを積層し、加熱プレスを行った。加熱プレス工程では、金型温度 60°C 、圧力 0.5 MPa で5分間加圧することでエポキシ樹脂を前記基材に含浸させて1辺 200 mm のプリプレグを得た。得られたプリプレグ1枚を、図11に示す、ジグザグ構造の頂点9を有する断面構造となるようにキャビティが形成された金型を用い、金型温度 180°C 、圧力 0.5 MPa で10分間加圧することで繊維強化複合材料を成形した

。金型の上型と下型との距離を調節し、成形品厚み2.8mmとなるよう成形した。得られた繊維強化複合材料に微多孔は形成されていなかった。評価結果を表1に示す。

[0091]

[表1]

【表1】

	実施例1	実施例2	実施例3	実施例4	実施例5	実施例6	比較例1	比較例2	比較例3
断面開口部の最大長さ	4200	3600	3100	4500	4100	4400	—	—	5000
平均細孔直径	58	58	58	60	62	52	70	—	—
多孔質構造部の比重	0.4	0.4	0.4	0.5	0.4	0.4	0.4	1.0	1.0
繊維強化複合材料の比重	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.1	0.4	1.0	0.4
折り角	5	6	8	5	10	5	—	5	110
Lr	0	1	2	0	0	0	—	0	5
Lf	10	9	8	10	10	10	—	10	6
Lr/Lf	0	0.11	0.25	0	0	0	—	0	0.83
強化繊維の含有量	50	50	50	50	50	50	50	50	50
強化繊維(B)の数平均繊維長	6	6	6	6	6	6	6	6	6
繊維強化複合材料の厚み	2.8	2.8	2.8	2.2	2.8	4.8	0.9	0.3	2.8
荷重時たわみ	good	good	fair	good	good	good	bad	bad	bad

産業上の利用可能性

[0092] 本発明の繊維強化複合材料は、航空機構造部材、風車の羽根、自動車構造部材およびICトレイやノートパソコンの筐体などの用途等に好適に適用できる。

符号の説明

- [0093]
- 1 プリプレグ
 - 2 樹脂 (A)
 - 3 強化繊維 (B) または強化繊維基材 (B')
 - 3 1 強化繊維 (B) または強化繊維基材 (B') の折り目
 - 3 1 A 強化繊維基材 (B') の折り目 (第1の折り目)
 - 3 1 B 強化繊維基材 (B') の折り目 (第2の折り目)
 - 3 1 C 強化繊維基材 (B') の折り目 (第3の折り目)
 - 3 1 D 強化繊維基材 (B') の折り目 (第4の折り目)
 - L_r 第1の折り目と最も近接する折り目 (第4の折り目) との距離
 - L_f 第1の折り目から第1の折り目とも最も近接する折り目 (第4の折り目) まで強化繊維基材 (B') に沿って結んだ距離
 - θ 折り角
 - 4 断面が略三角形形状の空間 (粗大空洞部)
 - 5 微多孔
 - 6 多孔質構造部
 - 7 強化繊維基材 (B') の近接する1対の折り目
 - 8 折り畳み基材の表裏を合わせて見た近接する1対の折り目の構成比率
 - 9 ジグザグ構造の頂点

請求の範囲

- [請求項1] 樹脂（A）と強化繊維（B）とを含み、水銀圧入法により測定される平均細孔直径が $500\mu\text{m}$ 以下の微多孔を有する多孔質構造部と、該多孔質構造部によって区画された断面開口部としての最大長さが $500\mu\text{m}$ を超える粗大空洞部とを有する繊維強化複合材料。
- [請求項2] 前記多孔質構造部は、強化繊維（B）の間に樹脂（A）が含浸されており、強化繊維（B）間の樹脂（A）中に微多孔を有する、請求項1に記載の繊維強化複合材料。
- [請求項3] 前記粗大空洞部の断面開口部の形状が略多角形状または略楕円形状である、請求項1または2に記載の繊維強化複合材料。
- [請求項4] 樹脂（A）が熱可塑性樹脂である、請求項1～3のいずれかに記載の繊維強化複合材料。
- [請求項5] 前記熱可塑性樹脂が、ポリオレフィン、ポリカーボネート、ポリエステル、ポリアリーレンスルフィド、ポリアミド、ポリオキシメチレン、ポリエーテルイミド、ポリエーテルスルホン、およびポリアリーレンエーテルケトンからなる群より選ばれる少なくとも1種の熱可塑性樹脂である、請求項4に記載の繊維強化複合材料。
- [請求項6] 強化繊維（B）が、数平均繊維長が 1mm 以上 50mm 以下の不連続繊維である、請求項1～5のいずれかに記載の繊維強化複合材料。
- [請求項7] 前記多孔質構造部において、強化繊維（B）がランダムに分散している、請求項6に記載の繊維強化複合材料。
- [請求項8] 強化繊維（B）が炭素繊維である、請求項1～7のいずれかに記載の繊維強化複合材料。
- [請求項9] 前記多孔質構造部の平均細孔直径が $200\mu\text{m}$ 以下である、請求項1～8のいずれかに記載の繊維強化複合材料。
- [請求項10] 前記多孔質構造部の比重が $0.3\text{g}/\text{cm}^3$ 以上 $0.8\text{g}/\text{cm}^3$ 以下である、請求項1～9のいずれかに記載の繊維強化複合材料。
- [請求項11] 前記粗大空洞部の断面開口部としての最大長さの平均値が 1000μ

m以上、 $10000\mu\text{m}$ 以下である、請求項1～10のいずれかに記載の繊維強化複合材料。

[請求項12] 比重が $0.001\text{g}/\text{cm}^3$ 以上 $0.2\text{g}/\text{cm}^3$ 以下である、請求項1～11のいずれかに記載の繊維強化複合材料。

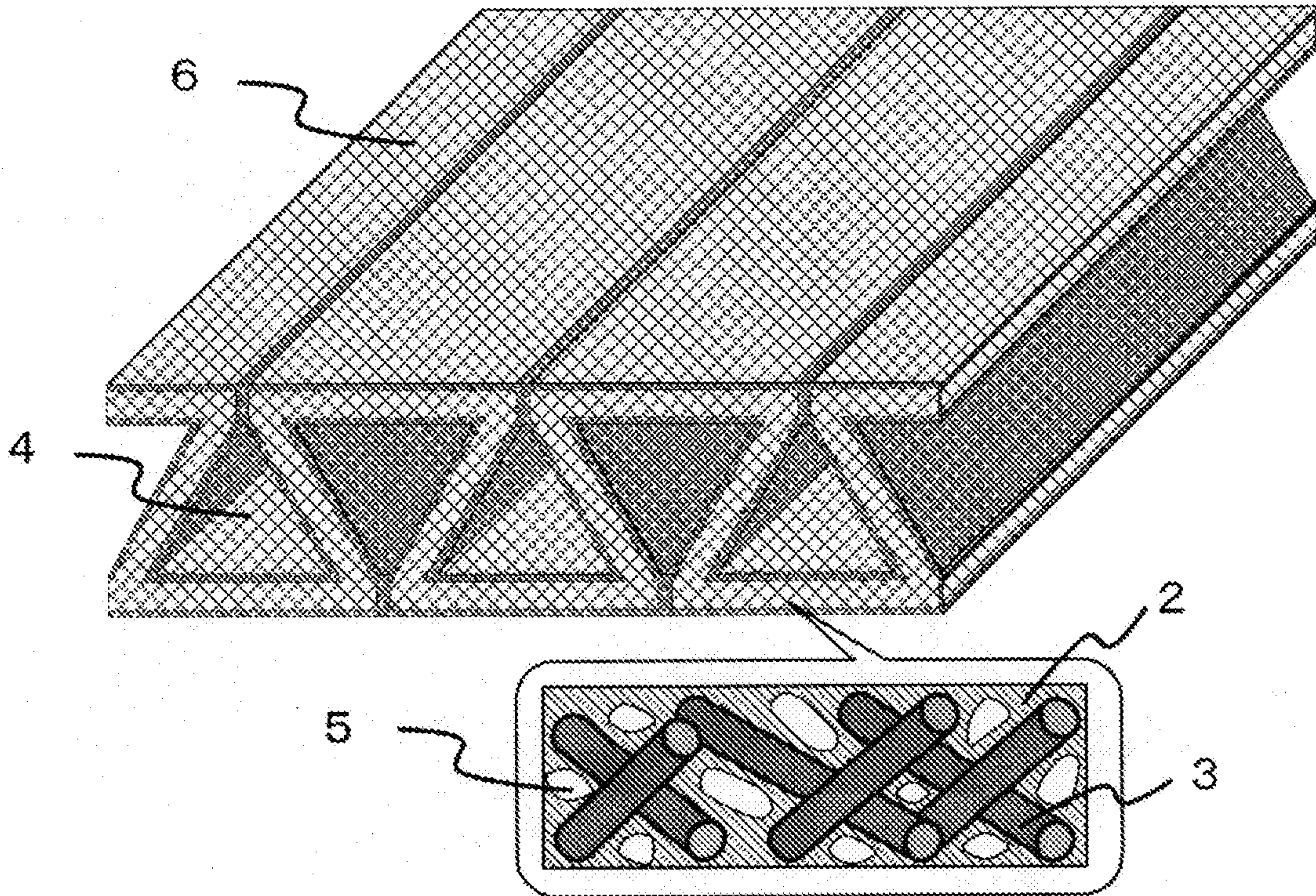
[請求項13] 厚みが 0.1mm 以上、 5mm 以下である、請求項1～12のいずれかに記載の繊維強化複合材料。

[請求項14] 前記粗大空洞部の延在方向に直交する断面において、粗大空洞部の開口部が面内方向に整列した層が複数層積層されてなる積層構造を有する、請求項1～13のいずれかに記載の繊維強化複合材料。

[請求項15] 請求項1～14のいずれかに記載の繊維強化複合材料の両面にスキン層が配置されてなるサンドイッチ構造体。

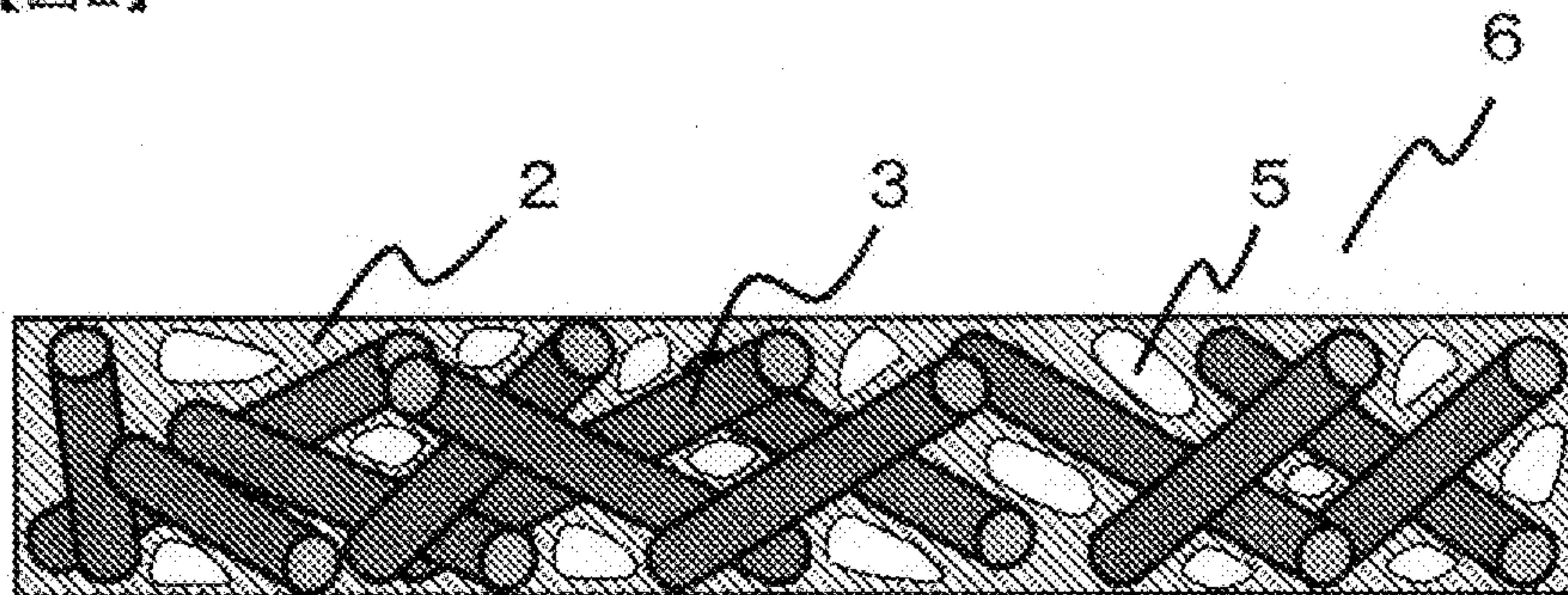
【図1】

【図1】



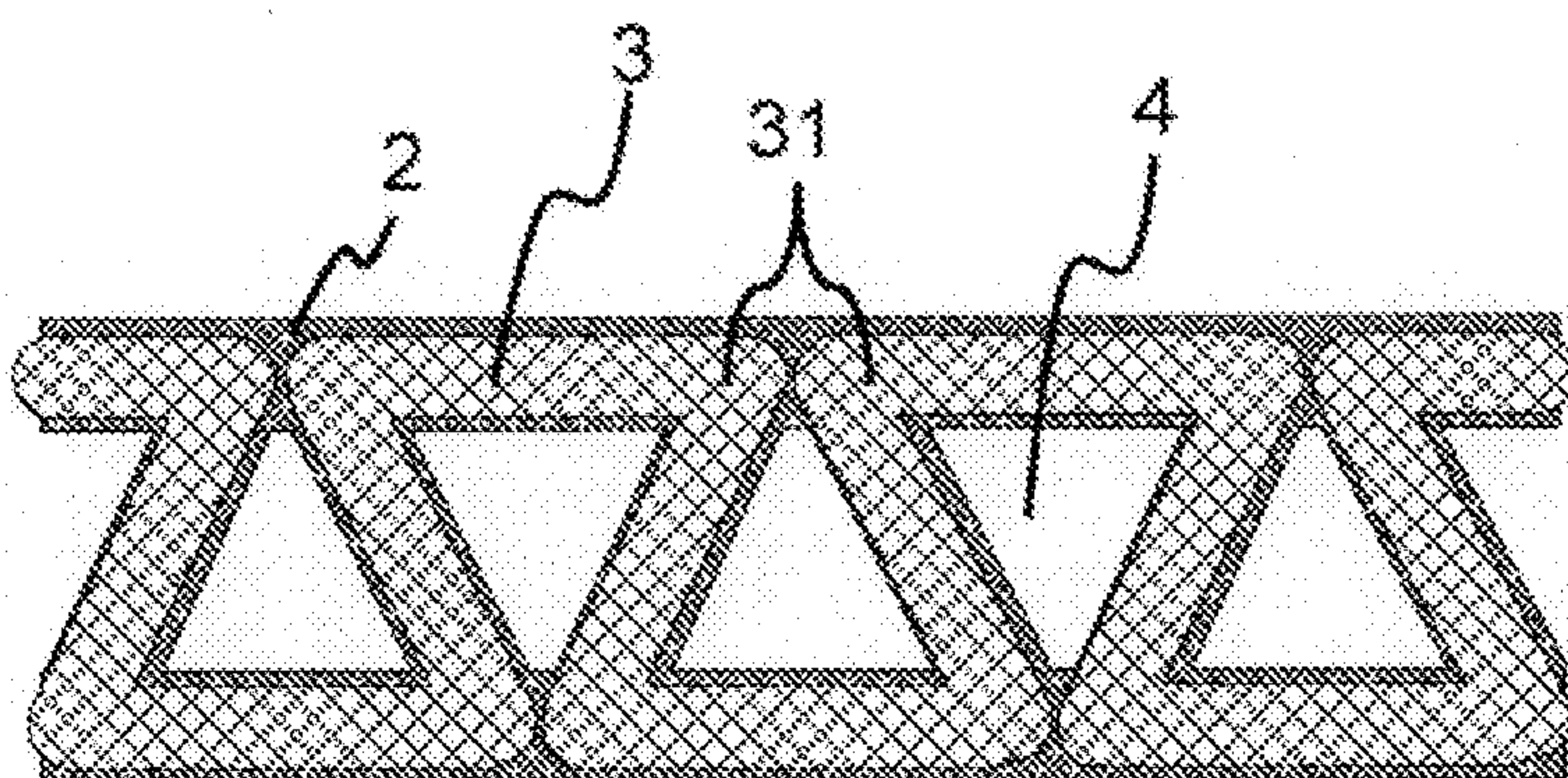
【図2】

【図2】



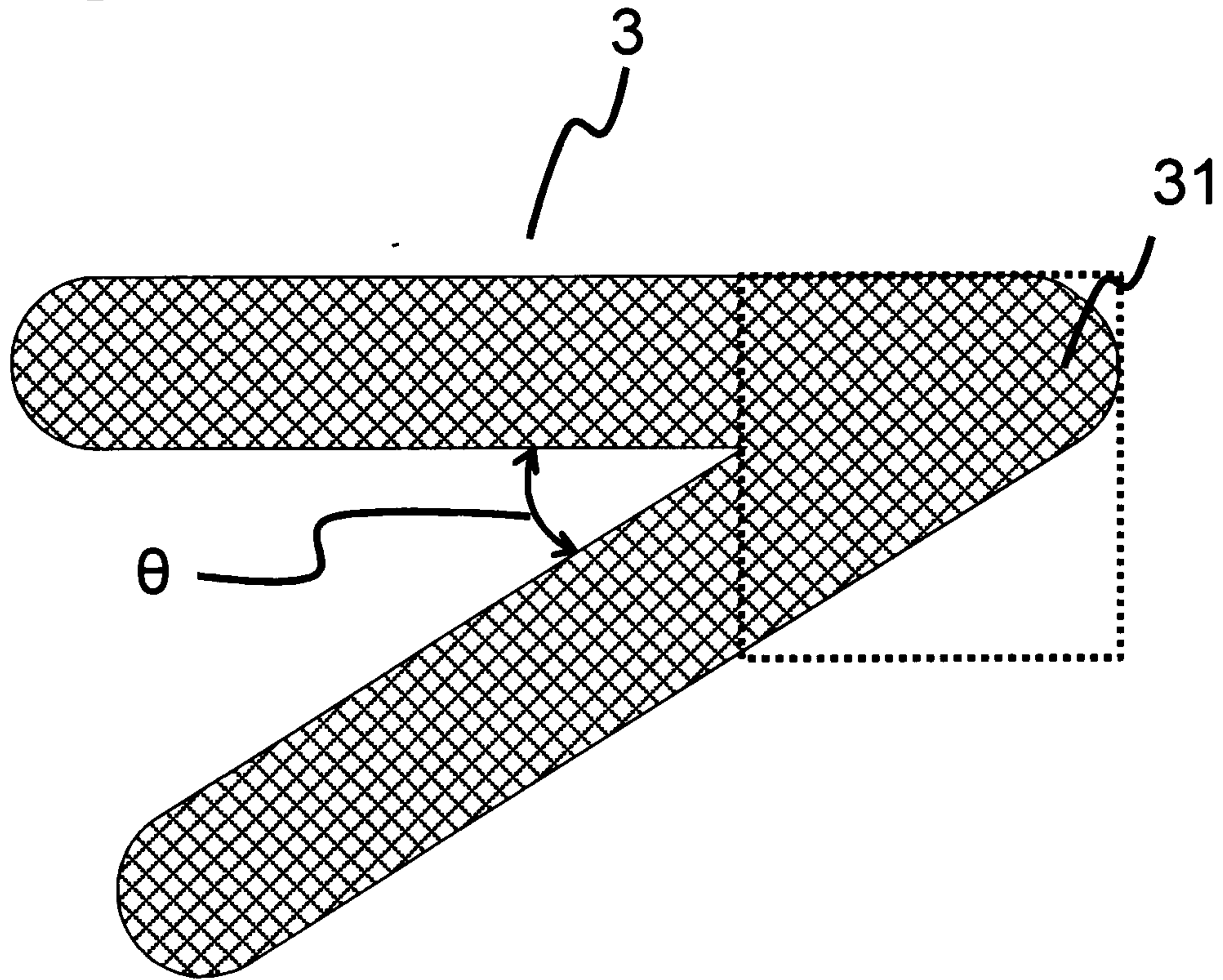
【図3】

【図3】



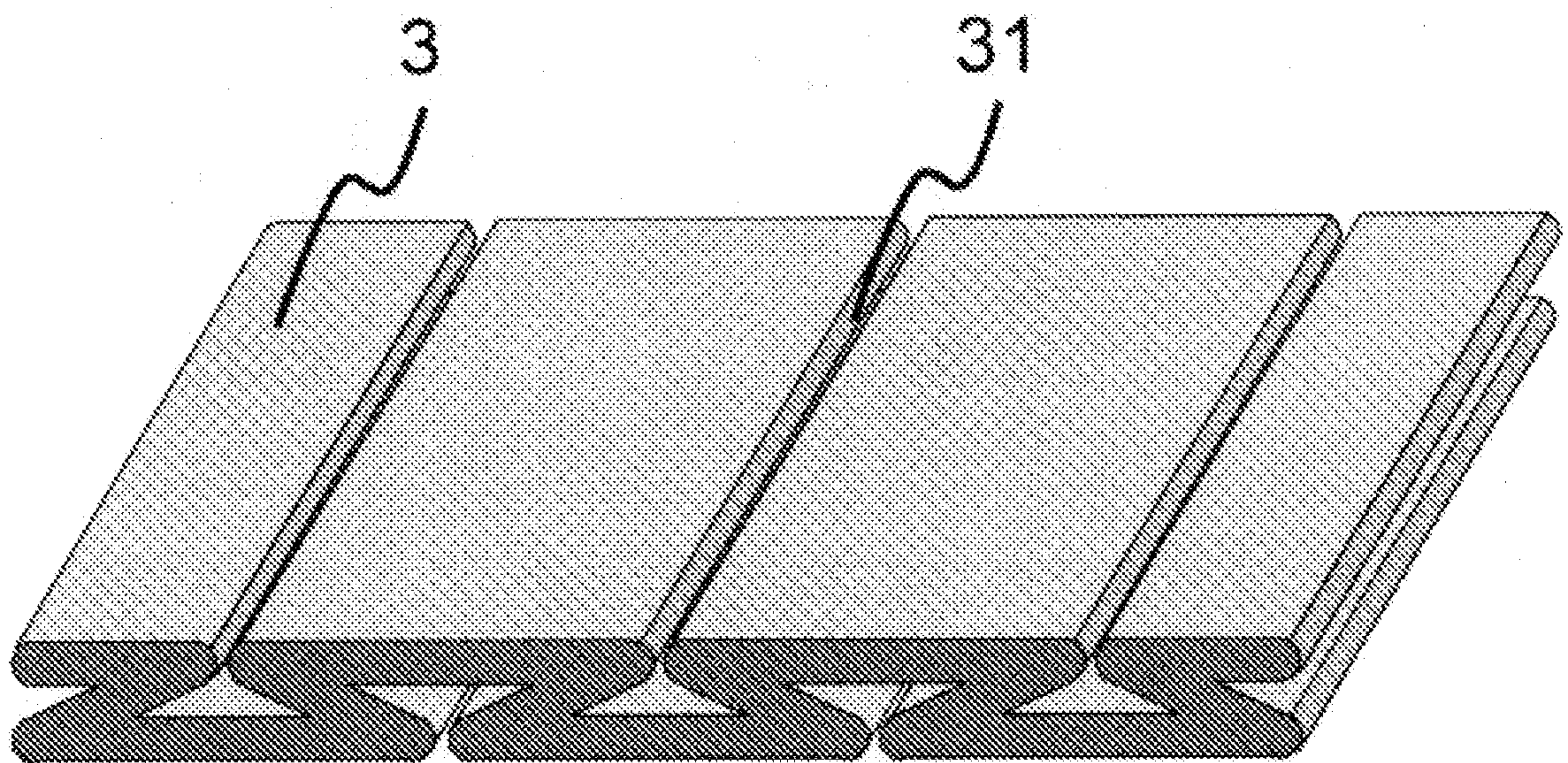
[図4]

【図4】



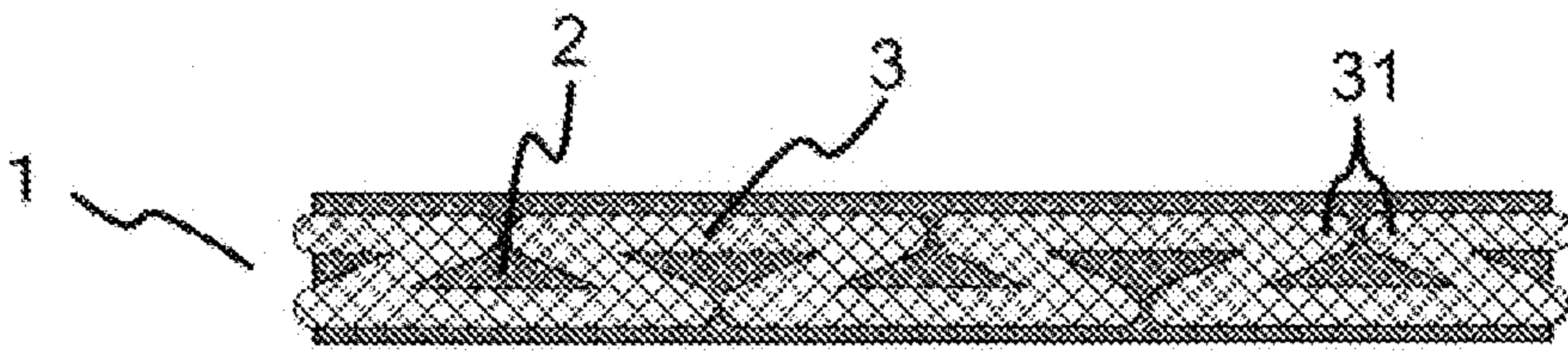
[図5]

【図5】



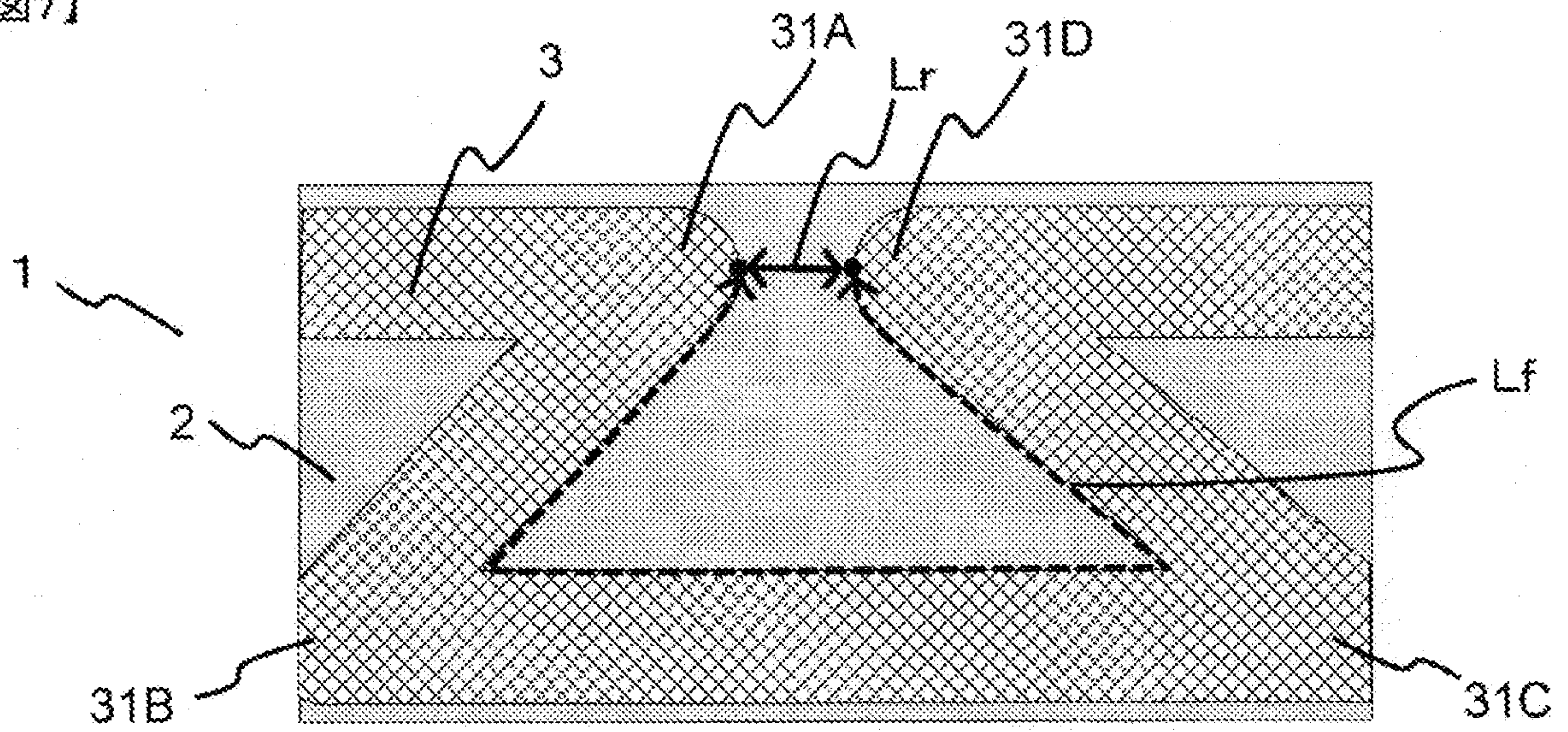
[図6]

【図6】



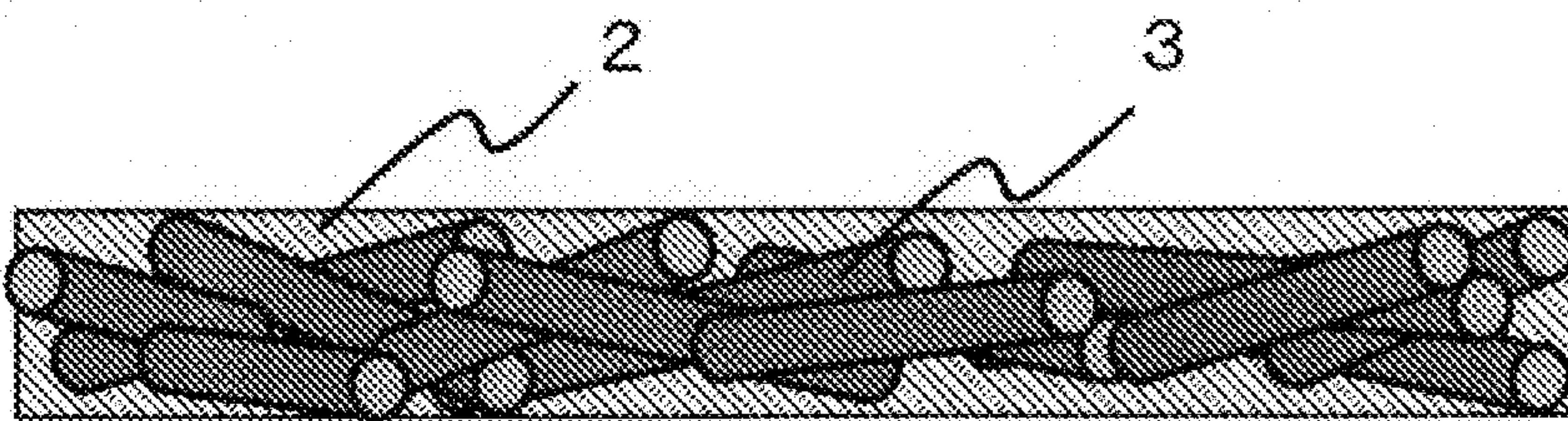
[図7]

【図7】



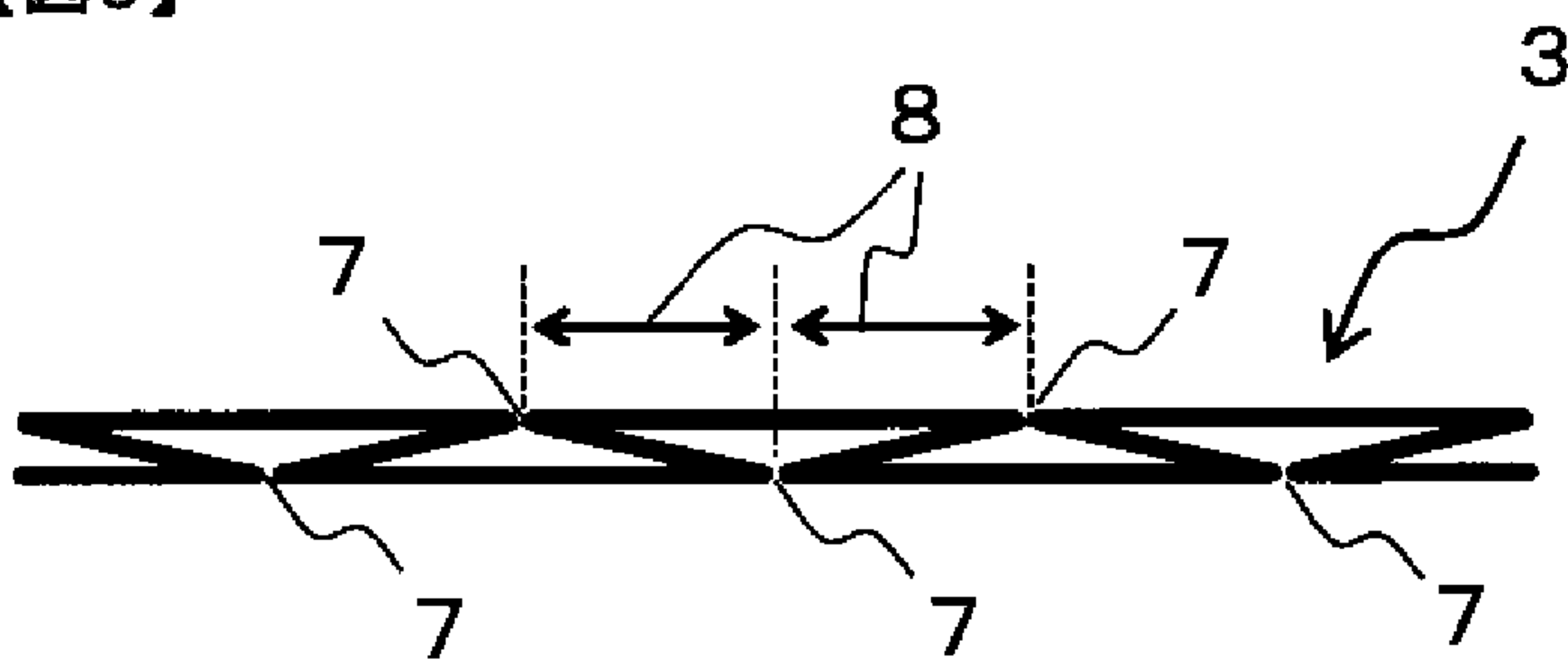
[図8]

【図8】



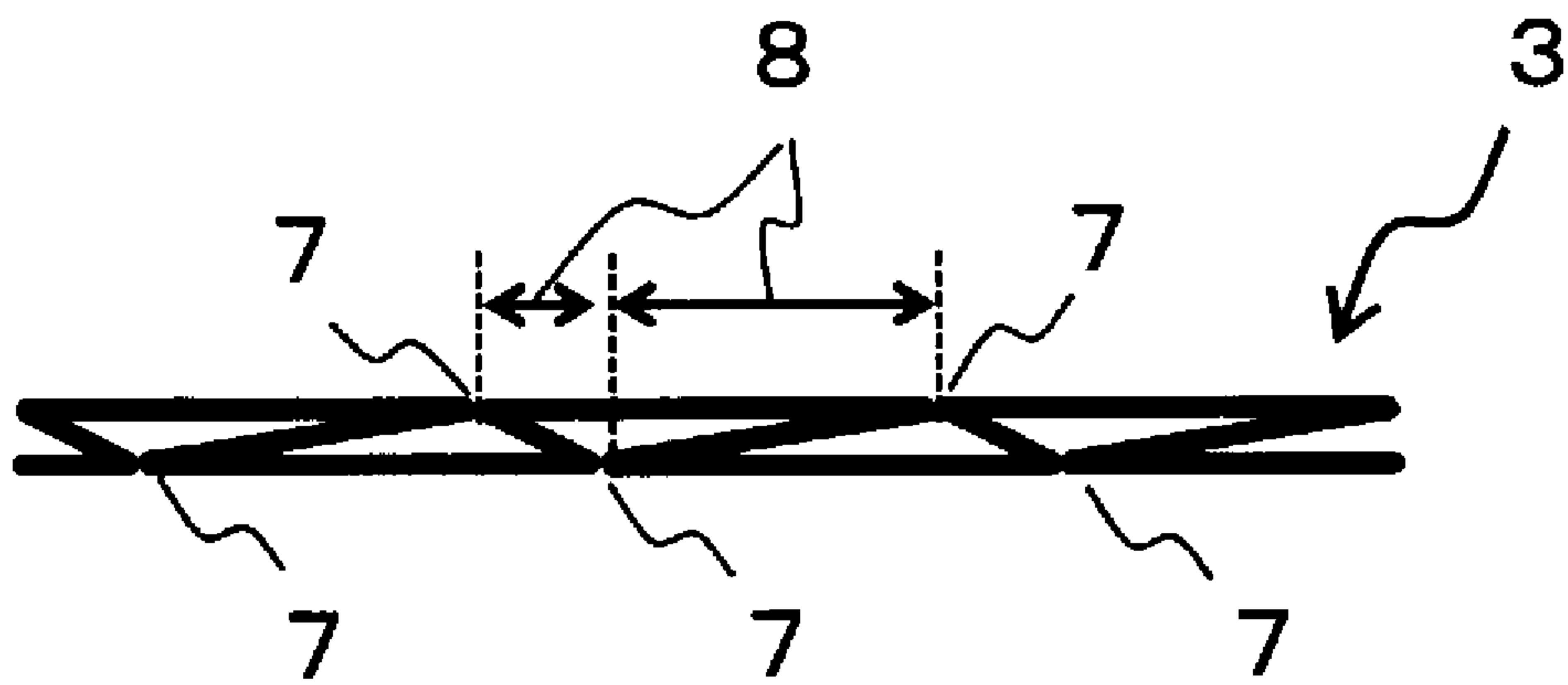
[図9]

【図9】



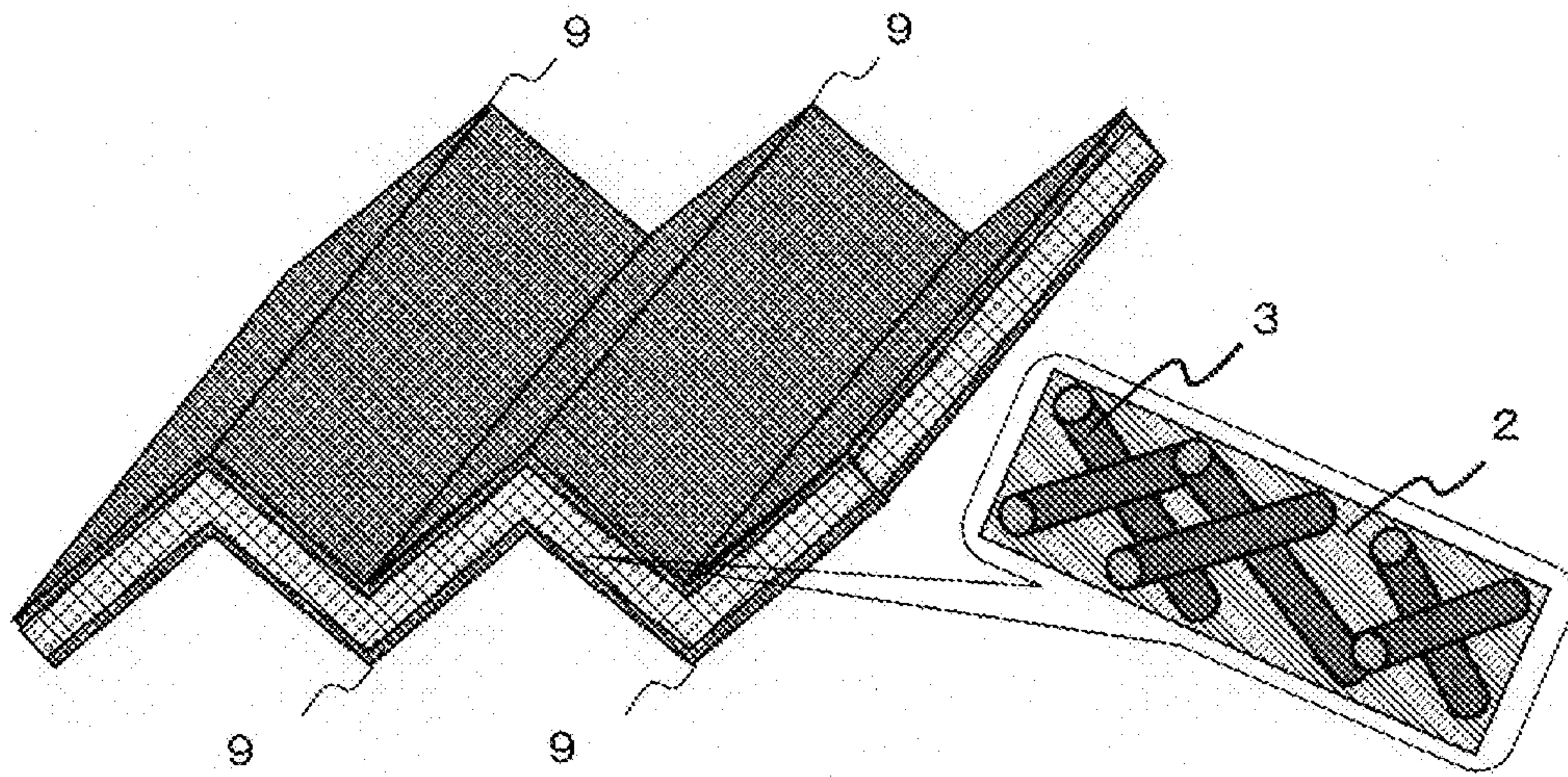
[図10]

【図10】



[図11]

【図11】



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2020/042586

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl. B29B11/16(2006.01)i, B29K105/08(2006.01)n, B29K105/12(2006.01)n,
B29C70/10(2006.01)i, B29C70/40(2006.01)i
FI: B29C70/10, B29B11/16, B29C70/40, B29K105:12, B29K105:08
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)

Int.Cl. B29B11/16, B29K105/08, B29K105/12, B29C70/00-70/88, B29C43/00-43/58, C08J5/04-5/24

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

Published examined utility model applications of Japan	1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan	1971-2021
Registered utility model specifications of Japan	1996-2021
Published registered utility model applications of Japan	1994-2021

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.
X A	WO 2019/189384 A1 (TORAY INDUSTRIES, INC.) 03 October 2019 (2019-10-03), particularly, claims, paragraphs [0012]-[0093], fig. 1, 4	1-10, 12-13, 15 11, 14
X A	US 2014/0265043 A1 (BELL HELICOPTER TEXTRON INC.) 18 September 2014 (2014-09-18), particularly, claims, paragraphs [0029]-[0070], fig. 1, 2, 6	1-5, 8-13, 15 6-7, 14
A	WO 2014/103711 A1 (TORAY INDUSTRIES, INC.) 03 July 2014 (2014-07-03), entire text	1-15
A	JP 57-43833 A (MATSUSHITA ELECTRIC WORKS, LTD.) 12 March 1982 (1982-03-12), entire text	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
“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

“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
“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
“&” document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search
07 January 2021

Date of mailing of the international search report
19 January 2021

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
Information on patent family members

International application No.

PCT/JP2020/042586

WO 2019/189384 A1	03 October 2019	(Family: none)
US 2014/0265043 A1	18 September 2014	EP 2777907 A1 claims, paragraphs [0005]-[0051], fig. 1, 2, 5
WO 2014/103711 A1	03 July 2014	US 2015/0266260 A1 entire text EP 2939818 A1
JP 57-43833 A	12 March 1982	(Family: none)

<p>A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))</p> <p>B29B 11/16(2006.01)i; B29K 105/08(2006.01)n; B29K 105/12(2006.01)n; B29C 70/10(2006.01)i; B29C 70/40(2006.01)i FI: B29C70/10; B29B11/16; B29C70/40; B29K105:12; B29K105:08</p>																													
<p>B. 調査を行った分野</p> <p>調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))</p> <p>B29B11/16; B29K105/08; B29K105/12; B29C70/00-70/88; B29C43/00-43/58; C08J5/04-5/24</p> <p>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</p> <table border="0"> <tr> <td>日本国実用新案公報</td> <td>1922 - 1996年</td> </tr> <tr> <td>日本国公開実用新案公報</td> <td>1971 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国実用新案登録公報</td> <td>1996 - 2021年</td> </tr> <tr> <td>日本国登録実用新案公報</td> <td>1994 - 2021年</td> </tr> </table> <p>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)</p>			日本国実用新案公報	1922 - 1996年	日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年	日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年	日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年																			
日本国実用新案公報	1922 - 1996年																												
日本国公開実用新案公報	1971 - 2021年																												
日本国実用新案登録公報	1996 - 2021年																												
日本国登録実用新案公報	1994 - 2021年																												
<p>C. 関連すると認められる文献</p> <table border="1"> <thead> <tr> <th>引用文献の カテゴリー*</th> <th>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</th> <th>関連する 請求項の番号</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X A</td> <td>WO 2019/189384 A1 (東レ株式会社) 03.10.2019 (2019 - 10 - 03) 特に、請求の範囲, 0012-0093, 図1, 図4</td> <td>1-10, 12-13, 15 11, 14</td> </tr> <tr> <td>X A</td> <td>US 2014/0265043 A1 (BELL HELICOPTER TEXTRON INC.) 18.09.2014 (2014 - 09 - 18) 特に、特許請求の範囲, 0029-0070, 図1, 図2, 図6</td> <td>1-5, 8-13, 15 6-7, 14</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>WO 2014/103711 A1 (東レ株式会社) 03.07.2014 (2014 - 07 - 03) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> <tr> <td>A</td> <td>JP 57-43833 A (松下電工株式会社) 12.03.1982 (1982 - 03 - 12) 全文</td> <td>1-15</td> </tr> </tbody> </table> <p><input type="checkbox"/> C欄の続きにも文献が列挙されている。 <input checked="" type="checkbox"/> パテントファミリーに関する別紙を参照。</p> <table border="0"> <tr> <td>* 引用文献のカテゴリー</td> <td>“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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</td> <td>“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</td> </tr> <tr> <td>“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)</td> <td>“&” 同一パテントファミリー文献</td> </tr> <tr> <td>“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献</td> <td></td> </tr> <tr> <td>“P” 国際出願日前で、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</td> <td></td> </tr> </table>			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	X A	WO 2019/189384 A1 (東レ株式会社) 03.10.2019 (2019 - 10 - 03) 特に、請求の範囲, 0012-0093, 図1, 図4	1-10, 12-13, 15 11, 14	X A	US 2014/0265043 A1 (BELL HELICOPTER TEXTRON INC.) 18.09.2014 (2014 - 09 - 18) 特に、特許請求の範囲, 0029-0070, 図1, 図2, 図6	1-5, 8-13, 15 6-7, 14	A	WO 2014/103711 A1 (東レ株式会社) 03.07.2014 (2014 - 07 - 03) 全文	1-15	A	JP 57-43833 A (松下電工株式会社) 12.03.1982 (1982 - 03 - 12) 全文	1-15	* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの	“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	“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	“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	“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	“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)	“&” 同一パテントファミリー文献	“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献		“P” 国際出願日前で、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	
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																											
X A	WO 2019/189384 A1 (東レ株式会社) 03.10.2019 (2019 - 10 - 03) 特に、請求の範囲, 0012-0093, 図1, 図4	1-10, 12-13, 15 11, 14																											
X A	US 2014/0265043 A1 (BELL HELICOPTER TEXTRON INC.) 18.09.2014 (2014 - 09 - 18) 特に、特許請求の範囲, 0029-0070, 図1, 図2, 図6	1-5, 8-13, 15 6-7, 14																											
A	WO 2014/103711 A1 (東レ株式会社) 03.07.2014 (2014 - 07 - 03) 全文	1-15																											
A	JP 57-43833 A (松下電工株式会社) 12.03.1982 (1982 - 03 - 12) 全文	1-15																											
* 引用文献のカテゴリー	“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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの																												
“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	“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																												
“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	“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																												
“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)	“&” 同一パテントファミリー文献																												
“O” 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献																													
“P” 国際出願日前で、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																													
国際調査を完了した日	国際調査報告の発送日																												
07.01.2021	19.01.2021																												
名称及びあて先	権限のある職員 (特許庁審査官)																												
日本国特許庁 (ISA/JP) 〒100-8915 日本国 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号	▲高▼橋 理絵 4R 5797																												
	電話番号 03-3581-1101 内線 3469																												

国際調査報告
 パテントファミリーに関する情報

国際出願番号

PCT/JP2020/042586

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2019/189384 A1	03.10.2019	(ファミリーなし)	
US 2014/0265043 A1	18.09.2014	EP 2777907 A1 特許請求の範囲, 0 0 0 5 - 0 0 5 1, 図 1, 図 2, 図 5	
WO 2014/103711 A1	03.07.2014	US 2015/0266260 A1 全文 EP 2939818 A1	
JP 57-43833 A	12.03.1982	(ファミリーなし)	