

(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



(10) 国際公開番号

WO 2012/014613 A1

PCT

(43) 国際公開日
2012年2月2日(02.02.2012)

- (51) 国際特許分類:
D04C 1/06 (2006.01) B29C 70/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/064715
- (22) 国際出願日: 2011年6月27日(27.06.2011)
- (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 2010-170596 2010年7月29日(29.07.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 豊田自動織機(KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI) [JP/JP]; 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 Aichi (JP).
- (72) 発明者; および
- (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 神谷 隆太(KAMIYA, Ryuta) [JP/JP]; 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社 豊田自動織機 内 Aichi (JP). 野々垣 保紀(NONOGAKI, Yasunori) [JP/JP]; 〒4488671 愛知県刈谷市豊田町2丁目1番地 株式会社 豊田自動織機 内 Aichi (JP).

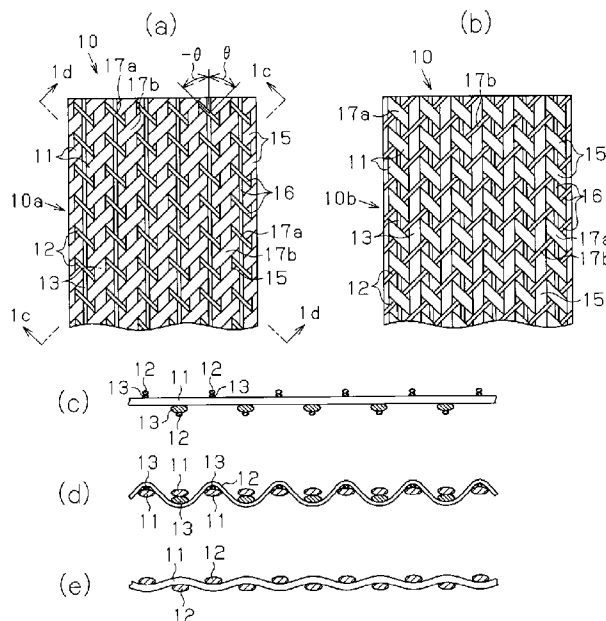
- (74) 代理人: 恩田 博宣, 外(ONDA, Hironori et al.); 〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町2丁目12番地の1 Gifu (JP).
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, 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, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PE, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, 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, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, 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: FIBER SUBSTRATE AND FIBER-REINFORCED COMPOSITE MATERIAL

(54) 発明の名称: 繊維基材及び繊維強化複合材料

[図1]



(57) Abstract: A fiber substrate (10) is constituted from multiple first fiber bundles (11) arranged in parallel rows relative to one another, multiple second fiber bundles (12) arranged in rows parallel to one another and intersecting the first fiber bundles (11), and multiple third fiber bundles (13) arranged in rows parallel to one another and such that the angles of intersection with the first fiber bundles (11) and with the second fiber bundles (12) are the same. The first fiber bundles (11) are constituted from fiber reinforcement bundles (15). The second fiber bundles (12) are constituted from auxiliary threads (16). The third fiber bundles (13) are constituted from fiber reinforcement bundles (15) and auxiliary threads (16) alternately arranged in rows. At the intersections (17b) where the fiber reinforcement bundles (13) intersect one another, the fiber reinforcement bundles (15) of the first fiber bundles (11) are arranged on the same side relative to the third fiber bundles (13) in the thickness direction of the fiber substrate (10).

(57) 要約: 繊維基材(10)は、互いに平行に配列された複数の第1の繊維束(11)と、互いに平行にかつ第1の繊維束(11)と交差するように配列された複数の第2の繊維束(12)と、第1の繊維束(11)及び第2の繊維束(12)と交差する角度が等しくなるように互いに平行に配列された複数の第3の繊維束(13)とにより構成されている。第1の繊維束(11)は、繊維強化束(15)により構成されている。第2の繊維束(12)は、補助糸(16)により構成されている。第3の繊維束(13)は、繊維強化束(15)と補助糸(16)とを交互に配列して構成されている。繊維強化束(15)同士が交差する交差部(17b)では、第1の繊維束(11)の繊維強化束(15)が、第3の繊維束(13)に対して繊維基材(10)の厚み方向において同じ側に配置されている。

(13)とにより構成されている。第1の繊維束(11)は、繊維強化束(15)により構成されている。第2の繊維束(12)は、補助糸(16)により構成されている。第3の繊維束(13)は、繊維強化束(15)と補助糸(16)とを交互に配列して構成されている。繊維強化束(15)同士が交差する交差部(17b)では、第1の繊維束(11)の繊維強化束(15)が、第3の繊維束(13)に対して繊維基材(10)の厚み方向において同じ側に配置されている。

WO 2012/014613 A1



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： 繊維基材及び繊維強化複合材料

技術分野

[0001] 本発明は、繊維基材及び繊維強化複合材料に係り、詳しくは、複合材料の強化材として好適な繊維基材、及びその繊維基材を強化材として含む繊維強化複合材料に関する。

背景技術

[0002] 軽量、高強度の材料として、繊維強化複合材料（以下、単に、複合材料と称す）が用いられている。複合材料では、樹脂や金属等のマトリックス中に強化繊維を混在させることにより、マトリックス自体に比べて力学的特性（機械的特性）が高められている。このため、複合材料は、構造部品として好ましい。

[0003] 複合材料の製造方法として、以下のようなものが知られている。まず、経系及び緯系により構成された織物（例えば、平織物）又は一方向に配列された繊維束により構成されたシートを準備する。次に、このシートに樹脂を含浸させて、プリプレグを形成する。続いて、複数のプリプレグを形成し、これらを積層して積層体を形成する。そして、成形型を用いて積層体を加熱及び加圧することにより、複合材料が形成される。これとは別に、複数の平織物又は前記シートを成形型内にて積層し、成形型内の積層体に樹脂を注入し、含浸させてから、硬化させる方法も挙げられる。

[0004] 複合材料に疑似等方性を持たせるには、積層体を構成する繊維束の配列方向を、 0° 、 90° 、 $+45^{\circ}$ 、 -45° に設定することが好ましい。このような積層体を得る方法として、一方向に配列された繊維束からなる複数のシートを準備し、繊維束の配列方向が 0° 、 90° 、 $+45^{\circ}$ 、 -45° となるように、各シートを積層する方法がある。これとは別に、平織物から経系及び緯系に対して斜め 45° 方向に織物を切り出し、切り出された織物を平織物上に積層する方法がある。しかしながら、前者の場合、一方向（例え

ば、 45° 方向)に繊維束が配列されたプリプレグを形成するのに時間がかかる。また、後者の場合、平織物から斜め $\pm 45^\circ$ 方向に織物を切り出す方法では、使用できない部分が多く発生する。このため、歩留まりが悪く、特に長尺物の形成では、著しく生産性が悪化する。また、切り出した織物同士を継ぎ合わせる際の精度を保つことが難しく、継ぎ目の部分の強度も低下し易い。

[0005] これらの問題を解消するため、特許文献 1 には、非常に大きな FRP 製品 (例えば、長さ 6 m) に使用される長尺の軸方向系付斜向系繊維織物の製造方法が開示されている。この文献に開示の製造方法では、斜向系供給部と軸方向系供給部とを有するブレード (組紐機) が使用される。斜向系供給部は、マンドレルの外周面上に、マンドレルの軸芯に対して所定角度 $\pm \theta$ で斜向系 (組系) を供給する。軸方向系供給部は、マンドレルの軸芯方向に配列される軸方向系を供給する。マンドレルは、ブレードに対し軸芯方向に沿って移動可能に挿入される。この状態で、マンドレルの外周面上に、軸方向系供給部から複数の軸方向系が、斜向系供給部から複数の斜向系がそれぞれ供給される。こうしてマンドレルの外周面上に筒状織物を形成することで、軸方向系と筒状織物とを重合してなる重合筒状織物が形成される。続いて、筒状織物が、マンドレルの軸芯方向に沿って切り開かれる。これにより、複数の斜向系が斜めに配列されかつ軸方向系が長尺方向に配列された長尺の軸方向系付斜向系繊維織物が製造される。ブレードとして、公知の丸打ブレードが用いられる。

[0006] 特許文献 2 には、複合材料用として優れた特性を発揮する一方向性補強織物が開示されている。一方向性補強織物は、扁平な強化繊維マルチフィラメント系の群からなるシートと、シートの上下両面に設けられて強化繊維マルチフィラメント系と交差するよこ方向補助系群と、よこ方向補助系群と共に織組織を形成し、かつ強化繊維マルチフィラメント系と並行なたて方向補助系群とを備えている。強化繊維マルチフィラメント系は、シートを屈曲させないように一方向にかつ互いに並行に引き揃えられている。

[0007] ところが、特許文献１では、軸方向糸付斜向糸繊維織物に関し、斜向糸同士の交差部や斜向糸と軸方向糸との交差部に生じるクリンプについて、考慮されていない。そのため、軸方向糸付斜向糸繊維織物を強化材として含む複合材料を製造する際、一本の強化繊維は、他の強化繊維との交差部毎にクリンプを存在させながらマトリックス中に配列されている。このため、強化繊維の本来発現すべき特性が十分に活用されていない。また、特許文献１は、織物の長手方向（ 0° 方向）に対して斜めに配列される繊維束（斜向糸）を有する長尺の繊維織物の製造に関連している。しかしながら、特許文献２には、製造時の歩留まり悪化や生産性の悪化について、何ら触れられていない。

先行技術文献

特許文献

[0008] 特許文献１：特開２００１－３１０３９３号公報

特許文献２：特許第３２７９０４９号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0009] 本発明の目的は、繊維基材の長手方向に対して交差するように配列される強化繊維を少なくとも有し、かつ強化繊維のクリンプが抑制されると共に高い生産性を有する繊維基材、及び繊維基材を強化材として含む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

[0010] 上記課題を解決するため、本発明の第一の態様によれば、互いに平行に配列された複数の第１の繊維束と、互いに平行にかつ第１の繊維束と交差するように配列された複数の第２の繊維束と、第１の繊維束及び第２の繊維束と交差する角度が等しく、かつ互いに平行に配列された複数の第３の繊維束とにより構成された繊維基材が提供される。繊維基材は、第３の繊維束と交差する強化繊維により構成された強化繊維束と、第１の繊維束、第２の繊維束

又は第3の繊維束の少なくとも一部である補助糸であって、補助糸の目付けが強化繊維の目付けの2割以下である補助糸とを含む。また、繊維基材では、強化繊維束同士が交差する交差部が存在しないか、又は強化繊維束同士が交差する交差部が存在する場合、交差する強化繊維束は全て、繊維基材の厚み方向において同じ順番に配置されている。

[0011] ここで、「強化繊維」とは、繊維基材を複合材料の強化材として使用した際に、複合材料のマトリックスを強化する役割を担う繊維を意味する。「補助糸」とは、複合材料の製造工程で繊維基材を取り扱う際、強化繊維の配列が乱れたり繊維基材の移送時に繊維基材が変形したりするのを防止する役割を担う糸を意味する。補助糸自身が複合材料の機械的強度に寄与する必要はない。補助糸は、1本のフィラメントのようなものも含み、繊維の束であるとは限らない。「目付け」とは、所定長さの糸の重さを意味し、糸の太さに反映される。

[0012] この発明によれば、繊維基材は、第1、第2及び第3の繊維束を3軸方向に配列した組織で形成されている。また、繊維基材は、第3の繊維束と交差する強化繊維を少なくとも有している。強化繊維同士が交差する場合、交差する強化繊維束は全て、繊維基材の厚み方向において同じ順番に配置されている。これにより、繊維基材を構成する強化繊維束を、クリンプを抑制した状態で配列することができる。また、繊維基材を筒状組紐から形成すれば、一方向（例えば、角度 θ 方向）に繊維束を配列した織物基材（一方向性補強織物）を形成する場合に比べて生産性が高くなる。従って、繊維基材の長手方向に対して交差するように配列される強化繊維を少なくとも有し、かつ強化繊維のクリンプが抑制された繊維基材を構成することができる。また、繊維基材の生産性を高めることもできる。

[0013] 上記の繊維基材において、第1及び第2の繊維束のいずれか一方は強化繊維束により構成され、他方は補助糸により構成されていることが好ましい。

[0014] この発明によれば、第1の繊維束及び第2の繊維束の交差部で強化繊維同士が交差することはない。このため、強化繊維同士の交差部が存在する場合

に比べて、強化繊維のクリンプが抑制され易い。

[0015] 上記の繊維基材において、第1の繊維束及び第2の繊維束ではそれぞれ、強化繊維により構成された強化繊維束と補助糸とが交互に配列されていることが好ましい。

[0016] この発明によれば、第1の繊維束及び第2の繊維束のいずれか一方が強化繊維により構成されている繊維基材と異なり、第3の繊維束に対して交差する強化繊維を2軸方向に配列した繊維基材を得ることができる。また、強化繊維及び補助糸が均等に配列された繊維基材を得ることもできる。

[0017] 上記の繊維基材において、第3の繊維束は、第1の繊維束と第2の繊維束との全ての交差部と対応するように配列され、かつ強化繊維により構成された強化繊維束と補助糸とを交互に配列させて構成されていることが好ましい。

[0018] この発明によれば、第3の繊維束を構成する繊維の数を最多とすることができる。

[0019] 上記の繊維基材において、第3の繊維束は全て、補助糸により構成されていることが好ましい。

[0020] この発明によれば、繊維基材は、複合材料の長手方向（0°方向）と交差するように配列された強化繊維のみを有している。このため、複合材料の0°方向に配列される強化繊維を有する他の繊維基材（織物基材）に積層して複合材料を形成する際、強度計算が容易に行える。

[0021] 上記の繊維基材において、第1の繊維束及び第2の繊維束は、筒状組紐の斜行糸の束を構成し、第3の繊維束は、筒状組紐の軸方向糸の束を構成することが好ましい。

[0022] この発明によれば、複合材料の長手方向（0°方向）に対して交差するように配列され、かつクリンプが抑制された強化繊維を有する強化繊維層を備えた複合材料を製造することができる。また、筒状組紐の生産性は、一方向（例えば、角度 θ 方向）に繊維束が配列された織物基材（一方向性補強織物）を形成する場合よりも高い。このため、繊維基材の生産性を高めることも

できる。

[0023] 上記の繊維基材において、繊維基材は、第1の繊維束、第2の繊維束及び第3の繊維束からなる筒状組紐を扁平にして形成されることが好ましい。

[0024] この発明によれば、繊維基材が、筒状組紐を扁平にして得られる。このため、複合材料の強化材として複数の強化繊維層を要する場合、繊維基材を重ね合わせる手間が少なくなる。

[0025] 上記の繊維基材において、繊維基材は、筒状組紐を切り開いてシート状に形成され、第1の繊維束及び第2の繊維束は、筒状組紐の斜行糸の束を構成し、第3の繊維束は、筒状組紐の軸方向糸の束を構成することが好ましい。

[0026] この発明によれば、繊維基材を構成する強化繊維層は1層である。このため、複合材料の強化材として使用する際、0°方向に配列される強化繊維層を重ねないようにすることができる。よって、強化繊維層の積層構成の自由度が高くなる。

[0027] 上記の繊維基材において、繊維基材は、筒状組紐をその軸方向に沿って切り開いてシート状に形成され、第1の繊維束及び第2の繊維束は、筒状組紐の斜行糸の束を構成し、第3の繊維束は、筒状組紐の軸方向糸の束を構成することが好ましい。

[0028] この発明によれば、基本的には、請求項6に記載の発明と同様な作用効果を奏する。しかし、繊維基材を構成する強化繊維層は1層である。このため、請求項6に記載の発明と異なり、複合材料の強化材として使用する際、0°方向に配列される強化繊維層を重ねないようにすることができる。よって、強化繊維層の積層構成の自由度が高くなる。

[0029] 上記の繊維基材において、角度は45°であることが好ましい。

[0030] この発明によれば、繊維束を45°又は45°に配列した繊維基材を得ることができる。よって、複合材料の機械的特性に疑似等方性を持たせることができる。

[0031] 上記の繊維基材において、補助糸は有機繊維により構成されていることが好ましい。

- [0032] この発明によれば、有機繊維は無機繊維に比べて柔軟である。このため、補助糸として無機繊維を使用した場合に比べて、補助糸と強化繊維との交差部で、補助糸を優先的に屈曲させることができる。これにより、強化繊維に生じるクリンプを抑制することができる。
- [0033] 上記課題を解決するため、本発明の第二の態様によれば、上記の繊維基材を強化材として含む繊維強化複合材料が提供される。
- [0034] この発明の繊維強化複合材料に使用される強化材は、請求項 1～請求項 11 のいずれか一項に記載の繊維基材の効果を有する。
- [0035] 上記課題を解決するため、本発明の第三の態様によれば、上記の繊維基材に樹脂を含浸させたプリプレグが提供される。

図面の簡単な説明

- [0036] [図1] (a) は第 1 実施形態の繊維基材の上側に位置する組紐層の平面図、(b) は繊維基材の下側に位置する組紐層の平面図、(c) は図 1 (a) の 1 c - 1 c 線に沿った断面図、(d) は図 1 (a) の 1 d - 1 d 線に沿った断面図、(e) は第 3 の繊維束がなく、第 1 及び第 2 の繊維束が全て強化繊維である繊維基材の断面図。
- [図2]筒状組紐の斜視図。
- [図3]複合材料の一部破断斜視図。
- [図4] (a) は第 2 実施形態の繊維基材の上側に位置する組紐層の平面図、(b) は図 4 (a) の 4 b - 4 b 線に沿った断面図、(c) は図 4 (a) の 4 c - 4 c 線に沿った断面図。
- [図5]第 3 実施形態の繊維基材の平面図。
- [図6]複合材料の一部破断斜視図。
- [図7] (a) は第 4 実施形態の繊維基材の上側に位置する組紐層の平面図、(b) は繊維基材の下側に位置する組紐層の平面図。
- [図8]複合材料の一部破断斜視図。
- [図9] (a) は第 5 実施形態の繊維基材の平面図、(b) は複合材料の一部破断斜視図。

[図10]別の実施形態の繊維基材の平面図。

[図11]別の実施形態の繊維基材の平面図。

[図12]別の実施形態の繊維基材を切り出す状態を示す平面図。

[図13] (a), (b) はそれぞれ別の実施形態の繊維基材を切り出す状態を示す平面図。

発明を実施するための形態

[0037] (第1実施形態)

以下、本発明の繊維基材及び繊維強化複合材料を具体化した第1実施形態を図1(a)～図3に従って説明する。

[0038] 図1(a), (b) に示すように、繊維基材10は、複数の第1の繊維束11と、複数の第2の繊維束12と、複数の第3の繊維束13とにより構成されている。複数の第1の繊維束11は、互いに平行に配列されている。複数の第2の繊維束12は、互いに平行にかつ第1の繊維束11と交差するように配列されている。複数の第3の繊維束13は、第1及び第2の繊維束11, 12のそれぞれと等しい角度で交差すると共に、互いに平行に配列されている。

[0039] 図2に示すように、繊維基材10は、筒状に形成された筒状組紐14を扁平にして形成されている。第1及び第2の繊維束11, 12のそれぞれは、筒状組紐14の斜行系の束を構成している。第3の繊維束13は、筒状組紐14の軸方向系の束を構成している。第1の繊維束11は、筒状組紐14の軸方向(図1(a), (b)の上下方向)と角度 θ で交差する。第2の繊維束12は、筒状組紐14の軸方向と角度 $-\theta$ で交差する。つまり、第2の繊維束12の筒状組紐14の軸方向に対して交差する角度は、第1の繊維束11の筒状組紐14の軸方向に対して交差する角度 θ とは反対である。第1実施形態において、角度 θ は 45° である。第3の繊維束13は、筒状組紐14の軸方向に対して平行に配列されている。

[0040] 第1及び第2の繊維束11, 12のいずれか一方が繊維強化束15により構成され、他方が補助糸16により構成されている。第1実施形態では、第

１の繊維束１１が繊維強化束１５により構成され、第２の繊維束１２が補助系１６により構成されている。第３の繊維束１３は、第１の繊維束１１及び第２の繊維束１２の交差部の全てと対応するように配列されている。第３の繊維束１３では、繊維強化束１５と補助系１６とが交互に配列されている。繊維強化束１５により構成された第１の繊維束１１は、強化繊維により構成された第３の繊維束１３に対して同じ側で交差する。ここでは、第１の繊維束１１は、筒状組紐１４の外側を通る状態で、強化繊維により構成された第３の繊維束１３と交差する。

[0041] 繊維基材１０には、１本の繊維強化束１５と２本の補助系１６とが交差する交差部１７ａと、２本の繊維強化束１５と１本の補助系１６とが交差する交差部１７ｂとが存在している。交差部１７ｂでは、繊維強化束１５同士が交差する。交差部１７ａでは、補助系１６により構成された第２及び第３の繊維束１２、１３と、繊維強化束１５により構成された第１の繊維束１１とが交差する。交差部１７ｂでは、繊維強化束１５により構成された第３の繊維束１３と、繊維強化束１５により構成された第１の繊維束１１と、補助系１６により構成された第２の繊維束１２とが交差する。

[0042] 「強化繊維」とは、繊維基材１０を複合材料の強化材として使用した際に、複合材料のマトリックスを強化する役割を担う繊維を意味する。繊維強化束１５として、軽量で破断強度が高く、高弾性率の繊維の無撚りの繊維が使用される。ここでは、繊維強化束１５として炭素繊維が使用されている。炭素繊維は、複合材料の要求性能にもよるが、例えば、１００００～数万本程度のフィラメントを有し、要求性能に適した数のフィラメントを有している。

[0043] 補助系１６は、複合材料の製造時に、繊維基材１０を構成する繊維強化束１５の配列が乱れたり、繊維基材１０が変形したりするのを防止する。補助系１６は、必ずしも、複合材料の機械的強度に寄与しない。

[0044] 補助系１６は、糸又は繊維束により構成されている。補助系１６の目付けは、繊維強化束１５の目付の２割以下、好ましくは、１割未満である。補助

糸 1 6 は、複合材料の強化材としての繊維基材 1 0 に要求される強度、及び補助糸 1 6 の材質により設定される。「目付け」とは、所定長さの糸の重さを意味し、太さに反映される。補助糸 1 6 は、無機繊維に比べて軽量で柔軟な有機繊維により構成されたものが好ましく、ここでは、ポリエステル繊維により構成されている。

[0045] 繊維基材 1 0 は、筒状組紐 1 4 を扁平にした 2 層構造を有している。筒状組紐 1 4 の状態では、どちらの方向からみても、図 2 に示すように、第 1 の繊維束 1 1 が筒状組紐 1 4 の軸線に対して角度 θ で交差し、第 2 の繊維束 1 2 が筒状組紐 1 4 の軸方向に対して角度 $-\theta$ で交差する。第 3 の繊維束 1 3 は、筒状組紐 1 4 の軸方向と平行である。そのため、図 1 (a), (b) に示すように、繊維基材 1 0 の上側層 1 0 a 及び下側層 1 0 b を上方から見た状態では、第 1 の繊維束 1 1 の配列方向と筒状組紐 1 4 の軸方向とが成す角度 θ は、軸方向を基準として右回りを $+$ にすると、上側層 1 0 a では 45° となり、下側層 1 0 b では -45° となる。即ち、繊維基材 1 0 は、上側層 1 0 a 及び下側層 1 0 b からなる 2 層構造を有している。上側層 1 0 a は、筒状組紐 1 4 の軸方向に対して 0° で配列された繊維強化束 1 5、及び 45° で配列された繊維強化束 1 5 を有している。下側層 1 0 b は、筒状組紐 1 4 の軸方向に対して 0° で配列された繊維強化束 1 5、及び -45° で配列された繊維強化束 1 5 を有している。

[0046] 繊維基材 1 0 を構成する筒状組紐 1 4 は、例えば、特公平 3-64619 号公報、特公平 4-13463 号公報等の開示されている三次元ブレーダー（ロータ・キャリア方式三次元織物織機）を用いて製造される。ここでは、形成すべき筒状組紐 1 4 の内径に等しい外径のマンドレルが用いられる。第 3 の繊維束 1 3 が、マンドレルの軸方向に延びるように、かつ第 1 及び第 2 の繊維束 1 1, 1 2 と所定の角度で交差するように、マンドレルの外周面に巻きつけられる。こうして、組紐組織を形成することにより、筒状組紐 1 4 が形成される。筒状組紐 1 4 を繊維基材 1 0 の長さに切断した後、筒状組紐 1 4 が押し潰されて扁平にされる。これにより、複合材料の強化材として使

用される繊維基材 10 が完成する。

[0047] 繊維基材 10 は、所定の長さに切断される。それとともに、繊維基材 10 は、他の繊維基材上に積層されて、4 軸 (0° 、 45° 、 -45° 、 90°) の強化材を構成する。尚、他の繊維基材は、複合材料の長手方向、即ち繊維基材 10 の第 3 の繊維束 13 の配列方向と成す角度が 90° である強化繊維束 15 を有している。上記のような他の繊維基材として、例えば、経糸に補助糸を用い、緯糸に強化繊維を用いた平織物が使用される。

[0048] 図 3 に示す複合材料 18 は、繊維基材 10 の両面に平織物 W1 を積層し、得られた積層体にマトリックス樹脂を含浸硬化させて形成される。尚、繊維基材 10 の経糸には補助糸が用いられ、緯糸には強化繊維が用いられている。図 3 は、繊維基材 10 の上側層 10a 及び下側層 10b をそれぞれ示している。複合材料 18 の機械的特性に疑似等方性を持たせるには、複合材料 18 の長手方向に対して 0° 、 45° 、 -45° 及び 90° に配列された強化繊維が存在すればよい。つまり、最低 1 枚の平織物 W1 と 1 つの繊維基材 10 とを用いれば、疑似等方性の機械的特性を有する複合材料 18 が得られる。複合材料 18 の要求性能により、積層される繊維基材 10 及び平織物 W1 の数は設定される。図 3 では、平織物 W1 の強化繊維が太線で示され、補助糸が細線で示されている。

[0049] 複合材料 18 は、繊維基材 10 を他の繊維基材と共に成形型内に積層し、積層物にマトリックスとなる樹脂を含浸して、樹脂を硬化することにより製造される。マトリックス樹脂として、例えば、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂等の熱硬化性樹脂が使用される。樹脂の含浸硬化は、例えば、RTM (レジン・トランスファー・モールドイング) 法で行なわれる。

[0050] 次に、上記の繊維基材 10 の作用を説明する。

[0051] 第 1 及び第 2 の繊維束 11, 12 が共に強化繊維束 15 により構成されている場合、繊維基材 10 を構成する第 1 の繊維束 11 及び第 2 の繊維束 12 が交差する交差部では、第 1 及び第 2 の繊維束 11, 12 がいずれも同じよ

うな圧力を受けて、互いに屈曲する。また、第１及び第２の繊維束１１，１２の一方が強化繊維束１５により構成され、他方が補助糸１６により構成されている場合、繊維強化束１５により構成された繊維束は殆ど屈曲せず、補助糸１６により構成された繊維束が大きく屈曲する。そのため、第１及び第２の繊維束１１，１２が共に繊維強化束１５により構成されている場合、第１の繊維束１１に沿った繊維基材１０の断面は、図１（e）に示すようになる。この場合、第１の繊維束１１には、第２の繊維束１２と対応する箇所に、第２の繊維束１２と逆方向に屈曲するクリンプが存在する。また、第２の繊維束１２に沿った繊維基材１０の断面では、第２の繊維束１２には、第１の繊維束１１と対応する箇所毎に第１の繊維束１１と逆方向に屈曲するクリンプが存在する。そのため、繊維基材１０を強化材として含む複合材料１８を製造した場合、第１及び第２の繊維束１１，１２では、強化繊維束１５の有する高い引張強度が充分に発揮されない。

[0052] その点、本発明の第１実施形態によれば、繊維強化束１５同士が交差する第１の繊維束１１及び第２の繊維束１２の交差部は存在しない。即ち、第１の繊維束１１及び第２の繊維束１２の交差部は、繊維強化束１５と補助糸１６との交差部１７aに限られている。また、強化繊維束１５により構成された第１の繊維束１１は、繊維強化束１５により構成された第３の繊維束１３に対してそれぞれ同じ側（ここでは、筒状組紐１４における外側）で交差している。即ち、繊維強化束１５により構成された第１の繊維束１１と繊維強化束１５により構成された第３の繊維束１３は、繊維強化束１５同士が交差する交差部１７bで繊維基材１０の厚み方向において同じ順番に配置されている。そのため、繊維強化束１５により構成された第３の繊維束１３は、筒状組紐１４の軸方向に真っ直ぐ延びる状態で配列される。図１（c）は、第１の繊維束１１に沿って切断した繊維基材１０の断面を示す。同図に示すように、繊維強化束１５により構成された第１の繊維束１１は、繊維強化束１５により構成された第３の繊維束１３及び補助糸１６により構成された第２の繊維束１２と対応する箇所において真っ直ぐに配列されている。一方、図

1 (d) に示すように、補助糸 16 により構成された第 2 の繊維束 12 は、繊維強化束 15 により構成された第 1 の繊維束 11 及び第 3 の繊維束 13 と対応する箇所で繊維強化束 15 とは逆方向に屈曲されている。そのため、繊維基材 10 を強化材として含む複合材料 18 を製造した場合、繊維強化束 15 により構成された第 1 及び第 3 の繊維束 11, 13 では、繊維強化束 15 の高い引張強度が充分に発揮される。図 1 (c), (d) では、切断面に沿った繊維束の断面を表すハッチングを省略する。また、切断面と交差する角度の違いによる繊維束断面の形状及び大きさの違いを無視する。

[0053] 第 1 実施形態によれば、以下に示す効果を得ることができる。

[0054] (1) 繊維基材 10 は、互いに平行に配列された複数の第 1 の繊維束 11 と、互いに平行にかつ第 1 の繊維束 11 と交差するように配列された複数の第 2 の繊維束 12 と、第 1 及び第 2 の繊維束 11, 12 と交差する角度が等しくかつ互いに平行に配列された複数の第 3 の繊維束 13 とにより構成されている。繊維基材 10 は、第 3 の繊維束 13 と交差する繊維強化束 15 を少なくとも有している。また、繊維基材 10 は、第 1 の繊維束 11、第 2 の繊維束 12 又は第 3 の繊維束 13 の少なくとも一部である補助糸 16 を有している。補助糸 16 の目付けは、繊維強化束 15 の目付けの 2 割以下である。また、繊維強化束 15 同士が交差する交差部 17 b が存在する場合、交差部 17 b で交差する繊維強化束 15 は全て、繊維基材 10 の厚み方向において同じ順番に配置されている。そのため、第 3 の繊維束 13 に対して交差するように配列される繊維強化束 15 (第 1 の繊維束 11) は、そのクリンプを抑制した状態で配列されている。従って、繊維基材 10 の長手方向に対して交差するように少なくとも繊維強化束 15 が配列され、かつ繊維強化束 15 のクリンプが抑制された繊維基材 10 を構成することができる。

[0055] (2) 第 1 及び第 2 の繊維束 11, 12 のいずれか一方 (ここでは、第 1 の繊維束 11) は、全て繊維強化束 15 により構成され、他方は補助糸 16 により構成されている。このため、第 1 の繊維束 11 の繊維強化束 15 と第 2 の繊維束 12 の繊維強化束 15 との交差部は存在しない。よって、第 1 の

繊維束 11 の繊維強化束 15 と第 2 の繊維束 12 の繊維強化束 15 との交差部が存在する場合に比べて、繊維強化束 15 のクリンプが抑制され易い。

[0056] (3) 第 3 の繊維束 13 は、第 1 の繊維束 11 と第 2 の繊維束 12 との全ての交差部と対応するように配列されている。また、第 3 の繊維束 13 では、繊維強化束 15 と、補助糸 16 とが交互に配列されている。このため、繊維強化束 15 により構成された第 3 の繊維束 13 の数を最多とすることができる。よって、複合材料 18 の長手方向に延びる強化繊維層を含む他の織物基材を用いることなく、複合材料 18 を製造することができる。

[0057] (4) 繊維基材 10 は、筒状組紐 14 を扁平にして形成されている。また、第 1 及び第 2 の繊維束 11, 12 は筒状組紐 14 の斜行糸の束を構成し、第 3 の繊維束 13 は筒状組紐 14 の軸方向糸の束を構成する。従って、繊維基材 10 は、複合材料の長手方向 (0° 方向) に対して交差するように配列されかつクリンプが抑制された繊維強化束 15 を有する強化繊維層を備えることができる。しかも、従来の一方向性補強織物に比べて、繊維基材 10 の生産性を高めることもできる。また、繊維基材 10 は、筒状組紐 14 を扁平にして形成されるため、強化繊維層を 2 層有することができる。このため、複合材料 18 の強化材として複数の強化繊維層を要する場合、繊維基材 10 を重ね合わせる手間を省くことができる。

[0058] (5) 第 1 の繊維束 11 を構成する繊維強化束 15 と第 3 の繊維束 13 とがなす角度 θ は 45° である。このため、繊維束を 45° 又は -45° に配列した繊維基材 10 を得ることができ、複合材料 18 の機械的特性に疑似等方性を持たせることができる。また、繊維強化束 15 により構成された第 1 の繊維束 11 の配列方向が、繊維基材 10 の上側層 10a と下側層 10b とで異なる。このため、複合材料 18 の強化材として使用する際、一つの繊維基材 10 により、繊維強化束 15 が 45° に配列された強化繊維層と、 -45° に配列された強化繊維層とを提供することができる。

[0059] (6) 補助糸 16 は、有機繊維により構成されている。このため、補助糸 16 として無機繊維を使用した場合に比べて、繊維強化束 15 のクリンプを

抑制し易い。

[0060] (第2実施形態)

次に、第2実施形態を図4(a)～(c)に従って説明する。第2実施形態は、第1及び第2の繊維束11、12の配列構成について、第1実施形態と異なる。第1実施形態と同一部分は同一符号を付して詳しい説明を省略する。

[0061] 図4(a)に示すように、第1の繊維束11、第2及び第3の繊維束12、13のそれぞれでは、繊維強化束15と補助糸16とが交互に配列されている。第1実施形態の繊維基材10では、2本の補助糸16(第2及び第3の繊維束12、13)と1本の繊維強化束15(第1の繊維束11)とが交差する交差部17a、及び2本の繊維強化束15(第1及び第3の繊維束11、13)と1本の補助糸16(第2の繊維束12)とが交差する交差部17bが存在していた。

[0062] この実施形態では、2本の補助糸16(第1及び第2の繊維束11、12の一方及び第3の繊維束13)と1本の繊維強化束15(第1及び第2の繊維束11、12の他方)とが交差する交差部17aと、3本の繊維強化束15(第1の繊維束11、第2の繊維束12及び第3の繊維束13)が交差する交差部17cとが存在する。交差部17cでは、3本の繊維強化束15が、繊維基材10の厚み方向において全ての箇所と同じ順番に配置されている。ここでは、筒状組紐14の外側から第1の繊維束11、第3の繊維束13、第2の繊維束12の順に配置されている。

[0063] 繊維強化束15により構成された第3の繊維束13は、繊維強化束15により構成された第1の繊維束11及び第2の繊維束12の交差部と、補助糸16により構成された第1の繊維束11及び第2の繊維束12の交差部とで、第1の繊維束11及び第2の繊維束12とそれぞれ交差している。補助糸16により構成された第3の繊維束13は、繊維強化束15及び補助糸16の交差部となる第1の繊維束11及び第2の繊維束12の交差部で、第1の繊維束11及び第2の繊維束12とそれぞれ交差している。

[0064] 繊維強化束 15 により構成された第 1 の繊維束 11 に沿った繊維基材 10 の断面は、図 4 (b) に示すようになる。即ち、繊維強化束 15 により構成された第 1 の繊維束 11 の内側 (図 4 (b) の下側) において、繊維強化束 15 により構成された第 3 の繊維束 13 が第 1 の繊維束 11 と 45° で交差すると共に、繊維強化束 15 により構成された第 2 の繊維束 12 が第 1 の繊維束 11 と直交している。繊維強化束 15 により構成された第 1 の繊維束 11 の外側 (図 4 (b) の上側) において、補助糸 16 により構成された第 3 の繊維束 13 が第 1 の繊維束 11 と 45° で交差すると共に、補助糸 16 により構成された第 2 の繊維束 12 が第 1 の繊維束 11 と直交している。繊維強化束 15 により構成された第 2 及び第 3 の繊維束 12, 13 及び補助糸 16 により構成された第 2 及び第 3 の繊維束 12, 13 はいずれも所定の間隔で設けられている。

[0065] また、補助糸 16 により構成された第 2 の繊維束 12 に沿った繊維基材 10 の断面は、図 4 (c) に示すようになる。即ち、補助糸 16 により構成された第 2 の繊維束 12 は大きく屈曲している。これにより、補助糸 16 により構成された第 2 の繊維束 12 と交差する繊維強化束 15 により構成された第 1 及び第 3 の繊維束 11, 13 は、繊維基材 10 の厚み方向において同じ位置関係に保持されている。

[0066] そのため、3 本の繊維強化束 15 が交差する交差部 17c が存在しても、繊維強化束 15 により構成された第 1 の繊維束 11、第 2 の繊維束 12 及び第 3 の繊維束 13 は、繊維基材 10 の厚み方向において同じ位置関係に保持されている。このため、第 1 の繊維束 11、第 2 の繊維束 12 及び第 3 の繊維束 13 でのクリンプは抑制されている。よって、繊維基材 10 を強化材として複合材料 18 を製造した場合、第 1 の繊維束 11、第 2 の繊維束 12 及び第 3 の繊維束 13 では、繊維強化束 15 の有する高い引張強度が充分に発揮される。

[0067] 従って、第 2 実施形態によれば、第 1 実施形態の (1), (3) ~ (6) と同様な効果に加えて以下の効果を得ることができる。

[0068] (7) 第1及び第2の繊維束11, 12のそれぞれでは、繊維強化束15と補助糸16とが交互に配列されている。このため、第1及び第2の繊維束11, 12のいずれか一方が繊維強化束15により構成されている繊維基材10とは異なり、第3の繊維束13に対して交差する繊維強化束15を2軸方向に配列した繊維基材10を得ることができる。また、繊維強化束15及び補助糸16を均等に配列することもできる。

[0069] (第3実施形態)

次に、第3実施形態を図5及び図6に従って説明する。第3実施形態は、繊維基材20が2層ではなく1層である点で、第1実施形態と異なる。第1実施形態と同様の部分は同一符号を付して詳しい説明を省略する。

[0070] 繊維基材20は、筒状組紐14をその軸方向に沿って切り開いてシート状に形成されている。従って、同じ筒状組紐14を使用した場合、図5に示すように、繊維基材20の幅は、筒状組紐14を扁平にした繊維基材10の幅の2倍である。繊維基材20では、第1の繊維束11の全てが繊維強化束15により構成され、第2の繊維束12の全てが補助糸16により構成されている。このため、繊維基材20では、繊維強化束15が、筒状組紐14の軸方向と角度 θ (45°) で交差している。

[0071] 繊維基材20を用いて、機械的特性に疑似等方性を有する複合材料18が製造される。この場合、繊維基材20は、他の繊維基材上に積層されて、4軸の強化材を構成する。尚、他の繊維基材は、複合材料18の長手方向と成す角度が 90° の強化繊維を有している。上記のような他の繊維基材として、緯糸に強化繊維を用い、経糸に補助糸を用いた平織物W1が使用される。繊維基材20は、少なくとも2枚必要である。両繊維基材20は、裏表を逆にして積層される。図6に示すように、両繊維基材20は、平織物W1を挟むと共に、一方の繊維基材20の第1の繊維束11と他方の繊維基材20の第1の繊維束11とを対称に配列させて積層されている。複合材料18の要求性能により、積層される繊維基材20及び平織物W1の数は設定される。

[0072] 従って、第3実施形態によれば、第1実施形態の(1)～(3), (6)

と同様な効果に加えて以下の効果を得ることができる。

[0073] (8) 繊維基材 20 は、筒状組紐 14 をその軸方向に沿って切り開くことによりシート状に形成されている。この場合、繊維基材 20 の強化繊維層は 1 層である。このため、繊維基材 20 を複合材料 18 の強化材として使用する際、 0° 方向に配列される繊維強化束 15 と交差する 2 層の強化繊維層を重ねないようにすることができる。よって、強化繊維層の積層構成の自由度が高くなる。

[0074] (第 4 実施形態)

次に、第 4 実施形態を図 7 (a) ~ 図 8 に従って説明する。第 4 実施形態は、第 3 の繊維束 13 の構成について、第 1 実施形態と異なる。第 1 実施形態と同一部分は同一符号を付して詳しい説明を省略する。

[0075] 図 7 (a), (b) に示すように、繊維基材 10 では、全ての第 1 の繊維束 11 が繊維強化束 15 により構成され、全ての第 2 の繊維束 12 は補助糸 16 により構成されている。第 3 の繊維束 13 は、全て補助糸 16 により構成されている。即ち、複合材料 18 の長手方向 (0° 方向) に配列される繊維強化束 15 が存在しない。ここでは、繊維強化束 15 により構成された繊維束が、 45° と -45° の方向にそれぞれ配列されている。

[0076] 繊維基材 10 は、他の繊維基材上に積層されて、4 軸の強化材を構成する。尚、繊維基材は、複合材料 18 の長手方向と成す角度が 0° 及び 90° の強化繊維を有している。上記のような他の繊維基材として、経糸及び緯糸に強化繊維と補助糸とをそれぞれ交互に配列することで強化繊維のクリンプが抑制された平織物が使用される。また、強化繊維を角度 0° 方向にのみ配列した繊維基材として、経糸に強化繊維を用い、緯糸に補助糸を用いた平織物が使用される。また、強化繊維を角度 90° 方向にのみ配列した繊維基材として、緯糸に強化繊維を用い、経糸に補助糸を用いた平織物 W1 が使用される。

[0077] 図 8 に示すように、ここでは、経糸及び緯糸に強化繊維と補助糸とをそれぞれ交互に配列した平織物 W2 が他の繊維基材として用いられている。複合

材料 18 は、繊維基材 10 の両面に平織物 W2 を積層した積層体にマトリックス樹脂を含浸し、硬化させて製造される。

[0078] 従って、第 4 実施形態によれば、第 1 実施形態の (1), (2), (4) ~ (6) と同様な効果を得ることができる。

[0079] (第 5 実施形態)

次に、第 5 実施形態を図 9 (a), (b) に従って説明する。第 5 実施形態は、第 1 の繊維束 11 及び第 2 の繊維束 12 と筒状組紐 14 の軸方向とが成す角度 θ は 45° ではなく 30° である点で、前記各実施形態と大きく異なる。その他の構成は基本的に第 2 実施形態と同様であり、第 2 実施形態と同一部分は同一符号を付して詳しい説明を省略する。

[0080] 図 9 (a) に示すように、第 1 及び第 2 の繊維束 11, 12 では、繊維強化束 15 と補助糸 16 とが交互に配列されている。第 3 の繊維束 13 の全ては、補助糸 16 であると共に、繊維強化束 15 同士が交差する第 1 の繊維束 11 及び第 2 の繊維束 12 の交差部 17b と対応する位置に配列されている。

[0081] 繊維基材 10 において、繊維強化束 15 同士の交差部 17b は存在している。交差部 17b は、第 1 及び第 2 の繊維束 11, 12 をそれぞれ構成する繊維強化束 15 により構成されている。第 2 の繊維束 12 は、第 1 の繊維束 11 に対して同じ側で交差している。そのため、第 2 実施形態と同様に、繊維強化束 15 同士の交差部 17b が存在するものの、第 1 の繊維束 11 及び第 2 の繊維束 12 でのクリンプは抑制されている。

[0082] 第 1 の繊維束 11 及び第 2 の繊維束 12 が 60° の角度を成すように交差している。このため、図 9 (b) に示すように、繊維基材 10 は、複合材料 18 の強化材として使用される際、他の繊維基材上に積層されて、3 軸の強化材を構成する。他の繊維基材は、複合材料 18 の長手方向と成す角度が 90° の強化繊維を有している。上記のような他の繊維基材として、緯糸に強化繊維を用い、経糸に補助糸を用いた平織物 W1 が使用される。

[0083] 従って、第 5 実施形態によれば、第 1 実施形態の (1), (4), (6)

及び第2実施形態の（7）と同様な効果に加えて以下の効果を得ることができる。

[0084] （9）繊維強化束15と筒状組紐14の軸方向とがなす角度 θ は 30° である。繊維基材10は、筒状組紐14を扁平にして形成されている。従って、繊維基材10は、3軸の強化繊維を互いに 60° で交差させるように配列した疑似等方性を有する複合材料18の強化材に適している。

[0085] 尚、上記各実施形態を、次のように変更してもよい。

[0086] 第1～第3実施形態において、繊維基材10、20を構成する第3の繊維束13は、第1の繊維束11と第2の繊維束12との全ての交差部と対応して配列される必要はない。例えば、図10に示すように、第1実施形態の繊維基材10から、補助糸16により構成された全ての第3の繊維束13を除去してもよい。

[0087] 第1～第3実施形態において、第3の繊維束13は、第1の繊維束11と第2の繊維束12との全ての交差部と対応して配列されている。この構成において、第3の繊維束13では、繊維強化束15により構成された繊維束同士が隣り合わなければよい。即ち、第3の繊維束13では、複数の補助糸16が互いに隣り合う部分と1本の繊維強化束15とが混在していてもよい。また、この構成から、補助糸16により構成された第3の繊維束13の一部又は全部を除去してもよい。

[0088] 第1～第3実施形態において、筒状組紐14では、第1の繊維束11の全てが特定の第3の繊維束13（繊維強化束15により構成された繊維束）の外側を通り、第2の繊維束12の全てが特定の第3の繊維束13の内側を通る必要はない。例えば、図11に示すように、第3の繊維束13では、繊維強化束15と補助糸16とが交互に配列されている。第1の繊維束11は、特定の第3の繊維束13の内側を通る繊維束と、特定の第3の繊維束13（補助糸16により構成された繊維束）の外側を通る繊維束とにより構成してもよい。また、第2の繊維束12を、補助糸16により構成すると共に、特定の第3の繊維束13（繊維強化束15により構成された繊維束）の内側を

通る繊維束により構成してもよい。繊維束の内側及び外側は、繊維基材 10 を構成する筒状組紐 14 の内側及び外側に対応する。

[0089] 繊維基材 10 では、一方の斜行系（例えば、第 1 の繊維束 11）が、複数の他方の斜行系（第 2 の繊維束 12）に対して上側（又は下側）に連続して配置されてもよい。

[0090] 繊維基材 10, 20 は、第 1 の繊維束 11 と、第 1 の繊維束 11 と交差する第 2 の繊維束 12 と、第 1 及び第 2 の繊維束 11, 12 と交差する角度を等しくして配列された第 3 の繊維束 13 とにより構成され、少なくとも第 3 の繊維束 13 と交差する繊維束の一部が強化繊維により構成されていればよい。例えば、第 1 の繊維束 11 と第 3 の繊維束 13 とが成す角度 θ は、 30° や 45° に限らず、 $0^\circ < \theta < 30^\circ$ 、 $30^\circ < \theta < 45^\circ$ 、又は $45^\circ < \theta < 90^\circ$ であってもよい。しかしながら、積層される繊維基材の数を少なくして疑似等方性を得るには、角度 θ を 30° 又は 45° とすることが好ましい。

[0091] 繊維基材 10, 20 は、少なくとも第 3 の繊維束と交差する第 1 の繊維束 11 又は第 2 の繊維束 12 の一部である繊維強化束 15 と、第 1 の繊維束 11、第 2 の繊維束 12 又は第 3 の繊維束 13 の少なくとも一部である補助系 16 とを含み、次の条件を満たせばよい。その条件は、繊維強化束 15 同士が交差する交差部 17b, 17c が存在しないか、交差部 17b, 17c が存在する場合、交差する繊維強化束 15 は全て、繊維基材の厚み方向において同じ順番に配置されている、ことである。例えば、繊維強化束 15 により構成された 1 本の繊維束と、複数の補助系 16 の組とが交互に配列された構成としてもよい。しかしながら、これらの場合、繊維強化束 15 が少なくなり、繊維基材 10 等の強度が弱くなる。

[0092] 筒状組紐 14 をその軸方向に沿って切り開いてシート状に形成された繊維基材 20 は、第 3 実施形態の構成に限らない。例えば、第 1 の繊維束 11、第 2 の繊維束 12 及び第 3 の繊維束 13 のいずれも、繊維強化束 15 と補助系 16 とを交互に配列したり、第 3 の繊維束 13 から補助系 16 を省略した

りしてもよい。また、繊維強化束 15 の一部を補助糸 16 としてもよい。

[0093] 筒状組紐 14 を切り開いてシート状の繊維基材を形成する場合、筒状組紐 14 を切り開く方向は、筒状組紐 14 の軸方向に限られない。図 12 に示すように、第 1 の繊維束 11 の全てが繊維強化束 15 により構成され、第 2 の繊維束 12 及び第 3 の繊維束 13 の全てが補助糸 16 により構成され、第 1 の繊維束 11 が筒状組紐 14 の軸方向と角度 45° で交差し、第 2 の繊維束 12 が筒状組紐 14 の軸方向と角度 -45° で交差する筒状組紐 14 を、第 2 の繊維束 12 に沿って切り開いてもよい。この場合、得られるシート状の繊維基材では、繊維強化束 15 が、筒状組紐 14 を切り開く方向を示す 2 点鎖線に対して $+90^\circ$ を成すように配列されている。また、図 13 (a) に示すように、第 1 の繊維束 11 の全てが繊維強化束 15 により構成され、第 2 の繊維束 12 及び第 3 の繊維束 13 の全てが補助糸 16 により構成され、第 1 の繊維束 11 が筒状組紐 14 の軸方向と角度 60° と交差し、第 2 の繊維束 12 が筒状組紐 14 の軸方向と角度 -60° で交差する筒状組紐 14 を、第 2 の繊維束 12 に沿って切り開いてもよい。この場合、得られるシート状の繊維基材では、繊維強化束 15 が、筒状組紐 14 を切り開く方向を示す 2 点鎖線に対して $+120^\circ$ を成すように配列されている。

[0094] 筒状組紐 14 を切り開く方向は、第 2 の繊維束 12 (補助糸 16) の配列方向に限られない。例えば、図 13 (b) に示すように、第 1 の繊維束 11 の全てが繊維強化束 15 により構成され、第 2 の繊維束 12 及び第 3 の繊維束 13 の全てが補助糸 16 により構成され、第 1 の繊維束 11 が筒状組紐 14 の軸方向と角度 60° で交差し、第 2 の繊維束 12 が筒状組紐 14 の軸方向と角度 -60° で交差する筒状組紐 14 を、軸方向と 15° の角度を成す線に沿って切り開いてもよい。この場合、得られるシート状の繊維基材では、繊維強化束 15 が、筒状組紐 14 を切り開く方向を示す 2 点鎖線に対して $+45^\circ$ を成すように配列されている。筒状組紐 14 を軸方向に対して斜めに切る場合、軸方向に沿って切る場合に比べて長い一方向繊維基材を得ることができる。また、一方向に配列される繊維強化束 15 が 2 方向に配列され

る補助糸 16 により支持されるため、繊維強化束 15 の形状が安定する。

[0095] 繊維基材は、筒状組紐 14 を扁平にしたものに限らず、例えば、筒状、波状、ジグザグ状に屈曲していてもよい。

[0096] 繊維強化束 15 は、炭素繊維以外に、ガラス繊維やセラミック繊維等の無機繊維、又は、アラミド繊維、ポリ－p－フェニレンベンゾビスオキサゾール繊維、超高分子量ポリエチレン繊維等の高強度、高弾性率の有機繊維であってもよい。剛性・強度の要求性能が高い場合、炭素繊維が好ましい。低コストのため、強化繊維に安価なガラス繊維を用いてもよい。

[0097] 第 1 の繊維束 11 及び第 2 の繊維束 12 を構成する繊維強化束 15 として、異なる繊維強化束 15 をそれぞれ使用してもよい。例えば、第 1 の繊維束 11 を炭素繊維とし、第 2 の繊維束 12 をガラス繊維としてもよい。また、第 1 の繊維束 11 をアラミド繊維とし、第 2 の繊維束 12 を炭素繊維としてもよい。

[0098] 補助糸 16 を構成する有機繊維は、ポリエステル以外に、ポリアミドであってもよい。補助糸 16 を構成する有機繊維として、複合材料 18 のマトリックス樹脂となる熱硬化性樹脂の硬化温度により溶融しないものが好ましい。補助糸 16 は、強化繊維から構成してもよい。その場合、補助糸 16 の目付けは、繊維強化束 15 のそれに対して 2 割以下であればよい。

[0099] 複合材料 18 において、機械的強度が疑似等方性となるように繊維強化束 15 を配列する必要はない。2 軸方向又は 3 軸方向に繊維強化束 15 を配列した繊維基材 10、20 だけを積層して、複合材料 18 を製造してもよい。

[0100] 複合材料 18 は、繊維基材 10 を他の繊維基材と共に成形型内に積層し、成形型内の積層体にマトリックス樹脂を含浸し硬化させて、製造される。この場合、繊維基材 10 及び他の繊維基材を予め成形型外で積層し、隣接する繊維基材 10 等の積層物をバインダ樹脂やバインダ繊維により結合し、得られたプリフォームとして成形型に収容するようにしてもよい。また、上記の方法以外に、例えば、繊維基材 10 に予め樹脂を含浸したプリプレグを成形型で加圧加熱して、複合材料 18 を製造してもよい。

マトリックスは、樹脂以外に、金属であってもよい。マトリックスが金属である場合、繊維強化束 15 として有機繊維は使用できない。マトリックスとなる金属の融点で軟化、溶融しない繊維、例えば、炭素繊維やセラミック繊維等が使用される。

[0101] 繊維強化複合材を構成するマトリックス樹脂は、熱硬化性樹脂以外に、ポリアミド、ポリブチレンテレフタレート、ポリカーボネート、ポリオキシメチレン、ポリフェニレンエーテル等の熱可塑性樹脂であってもよい。例えば、複合材料 18 をエネルギー吸収部材として使用する場合、強度の点で、熱硬化性樹脂の方が熱可塑性樹脂より好ましい。しかしながら、靱性の点で、熱可塑性樹脂は、熱硬化性樹脂より優れている。この場合、衝突荷重に対して全断面が一気に破断することなく、エネルギー吸収が大きく安全性が向上する。熱可塑性樹脂の中でも、成形性、力学的特性及びコストの点で、ポリアミドが好ましい。

請求の範囲

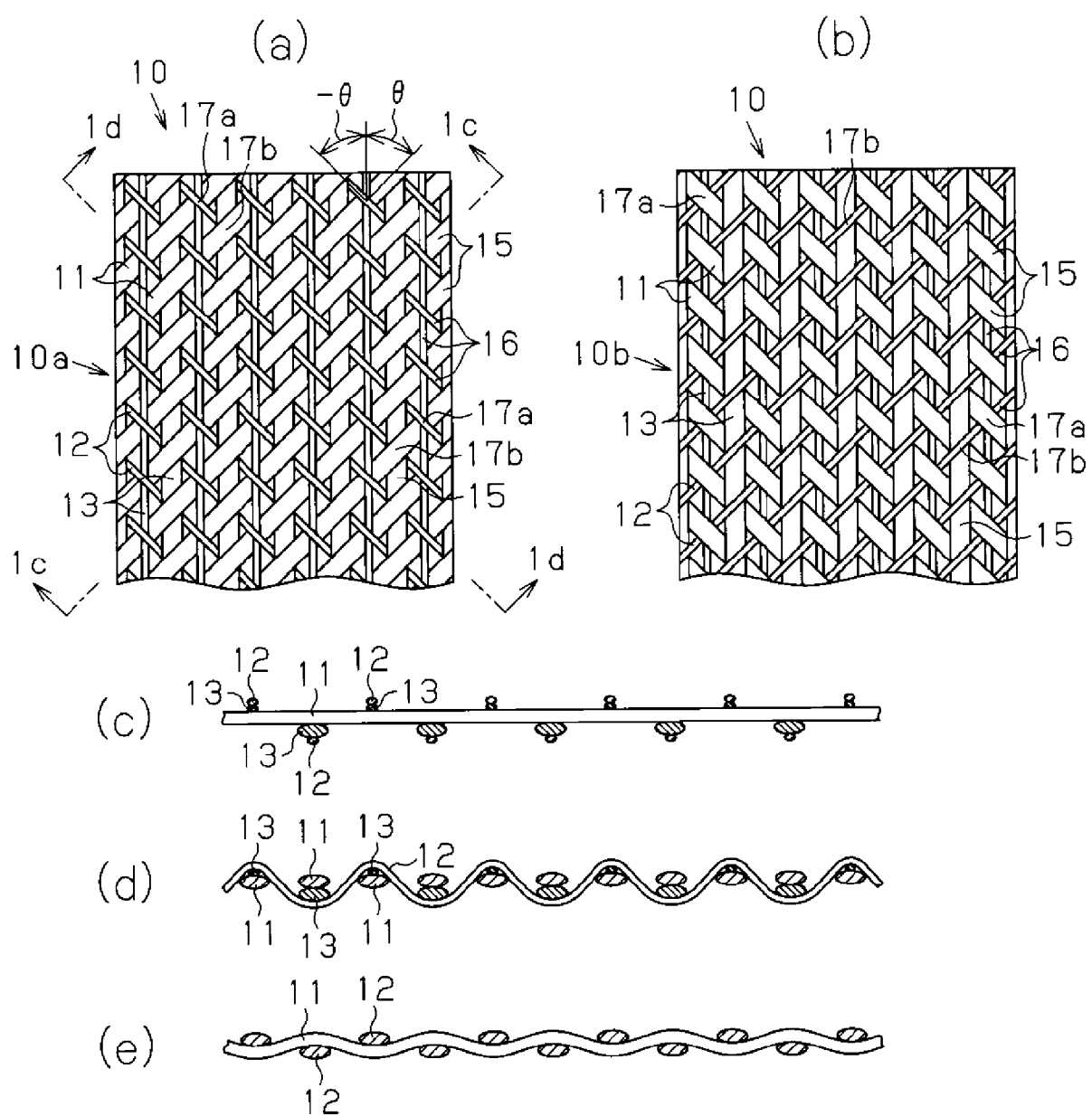
- [請求項1] 互いに平行に配列された複数の第1の繊維束と、互いに平行にかつ前記第1の繊維束と交差するように配列された複数の第2の繊維束と、前記第1の繊維束及び前記第2の繊維束と交差する角度が等しく、かつ互いに平行に配列された複数の第3の繊維束とにより構成された繊維基材であって、
- 前記第3の繊維束と交差する強化繊維により構成された強化繊維束と、
- 前記第1の繊維束、前記第2の繊維束又は前記第3の繊維束の少なくとも一部である補助系であって、前記補助系の目付けが前記強化繊維の目付けの2割以下である補助系とを含み、
- 前記強化繊維束同士が交差する交差部が存在しないか、又は
- 前記強化繊維束同士が交差する交差部が存在する場合、交差する強化繊維束は全て、前記繊維基材の厚み方向において同じ順番に配置されていることを特徴とする繊維基材。
- [請求項2] 請求項1記載の繊維基材において、
- 前記第1及び第2の繊維束のいずれか一方は前記強化繊維束により構成され、他方は前記補助系により構成されていることを特徴とする繊維基材。
- [請求項3] 請求項1記載の繊維基材において、
- 前記第1の繊維束及び前記第2の繊維束ではそれぞれ、前記強化繊維により構成された前記強化繊維束と前記補助系とが交互に配列されていることを特徴とする繊維基材。
- [請求項4] 請求項1～3のいずれか一項に記載の繊維基材において、
- 前記第3の繊維束は、前記第1の繊維束と前記第2の繊維束との全ての交差部と対応するように配列され、かつ前記強化繊維により構成された前記強化繊維束と前記補助系とを交互に配列させて構成されていることを特徴とする繊維基材。

- [請求項5] 請求項 1 ～ 3 のいずれか一項に記載の繊維基材において、
前記第 3 の繊維束は全て、前記補助糸により構成されていることを特徴とする繊維基材。
- [請求項6] 請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の繊維基材において、
前記第 1 の繊維束及び前記第 2 の繊維束は、筒状組紐の斜行糸の束を構成し、
前記第 3 の繊維束は、前記筒状組紐の軸方向糸の束を構成することを特徴とする繊維基材。
- [請求項7] 請求項 6 記載の繊維基材において、
前記繊維基材は、前記第 1 の繊維束、前記第 2 の繊維束及び前記第 3 の繊維束からなる前記筒状組紐を扁平にして形成されることを特徴とする繊維基材。
- [請求項8] 請求項 1 ～ 6 のいずれか一項に記載の繊維基材において、
前記繊維基材は、筒状組紐を切り開いてシート状に形成され、
前記第 1 の繊維束及び前記第 2 の繊維束は、前記筒状組紐の斜行糸の束を構成し、
前記第 3 の繊維束は、前記筒状組紐の軸方向糸の束を構成することを特徴とする繊維基材。
- [請求項9] 請求項 1 ～ 5 のいずれか一項に記載の繊維基材において、
前記繊維基材は、筒状組紐をその軸方向に沿って切り開いてシート状に形成され、
前記第 1 の繊維束及び前記第 2 の繊維束は、前記筒状組紐の斜行糸の束を構成し、
前記第 3 の繊維束は、前記筒状組紐の軸方向糸の束を構成することを特徴とする繊維基材。
- [請求項10] 請求項 1 ～ 7、9 のいずれか一項に記載の繊維基材において、
前記角度は 45° であることを特徴とする繊維基材。
- [請求項11] 請求項 1 ～ 10 のいずれか一項に記載の繊維基材において、

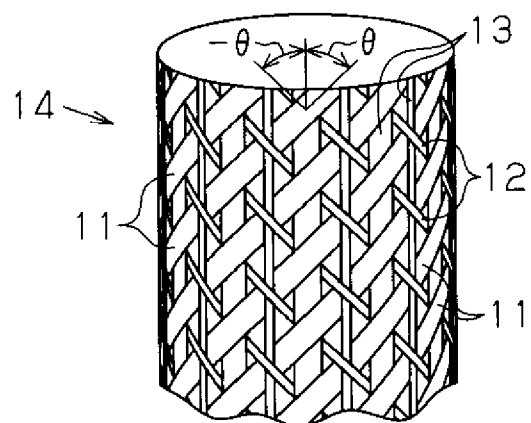
前記補助糸は有機繊維により構成されていることを特徴とする繊維基材。

- [請求項12] 請求項1～11のいずれか一項に記載の繊維基材を強化材として含む繊維強化複合材料。
- [請求項13] 請求項1～11のいずれか一項に記載の繊維基材に樹脂を含浸させたプリプレグ。

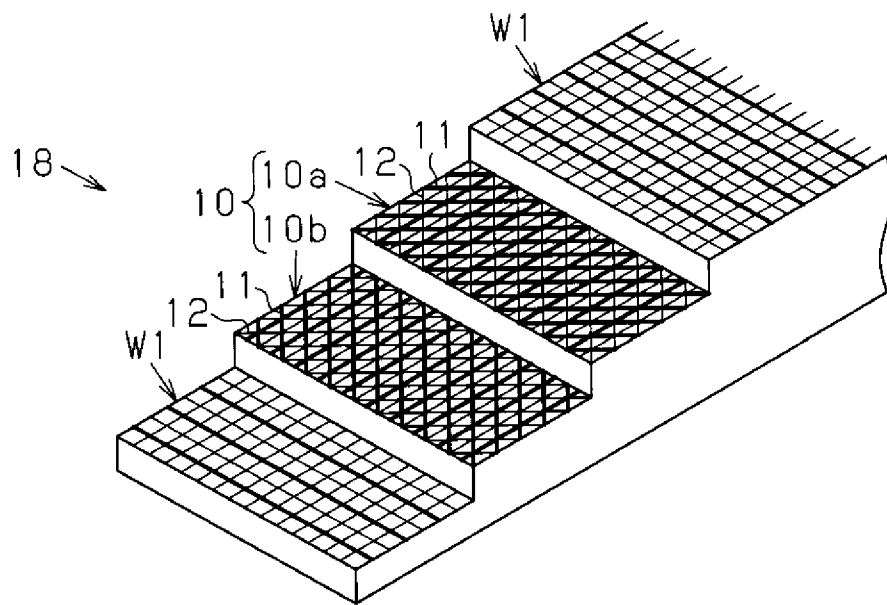
[図1]



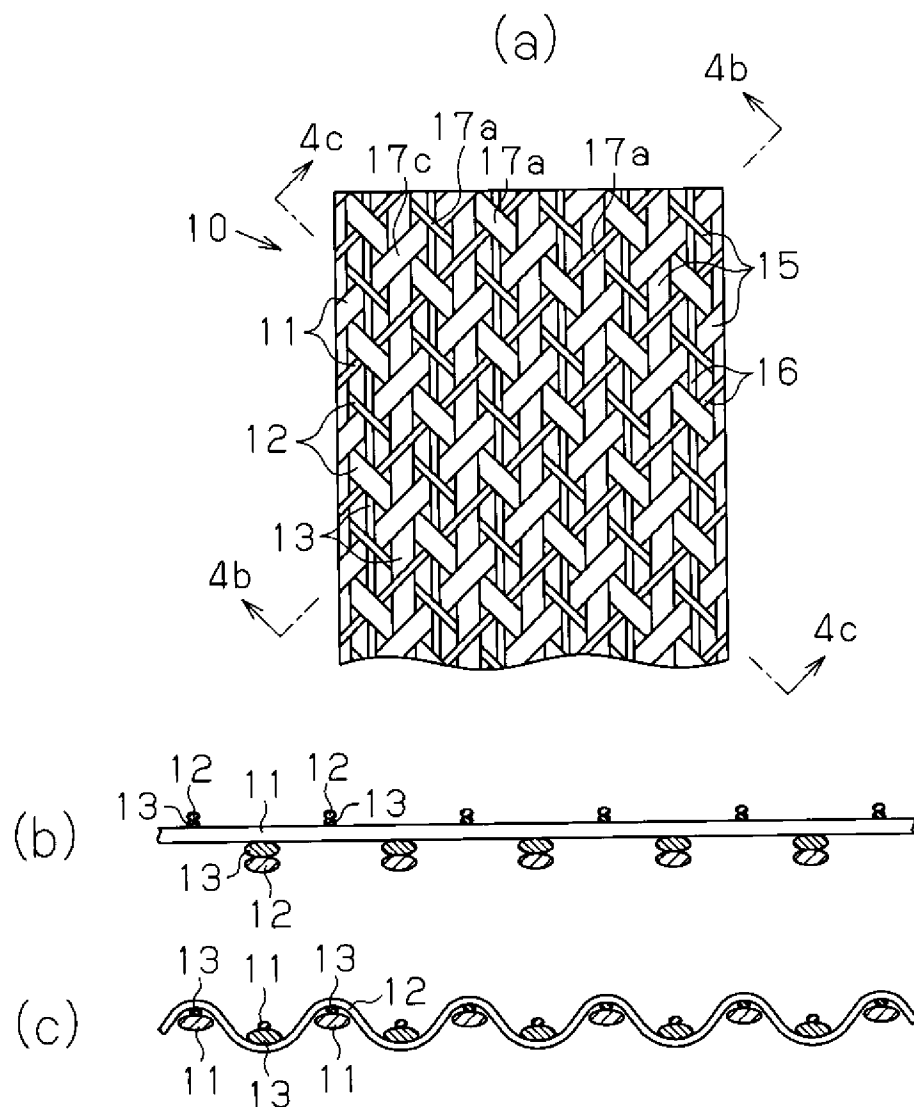
[図2]



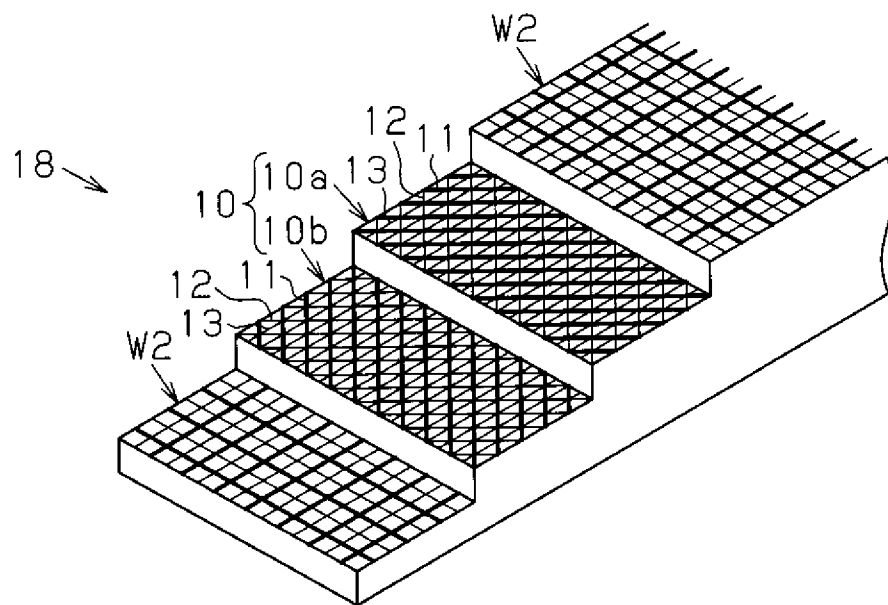
[図3]



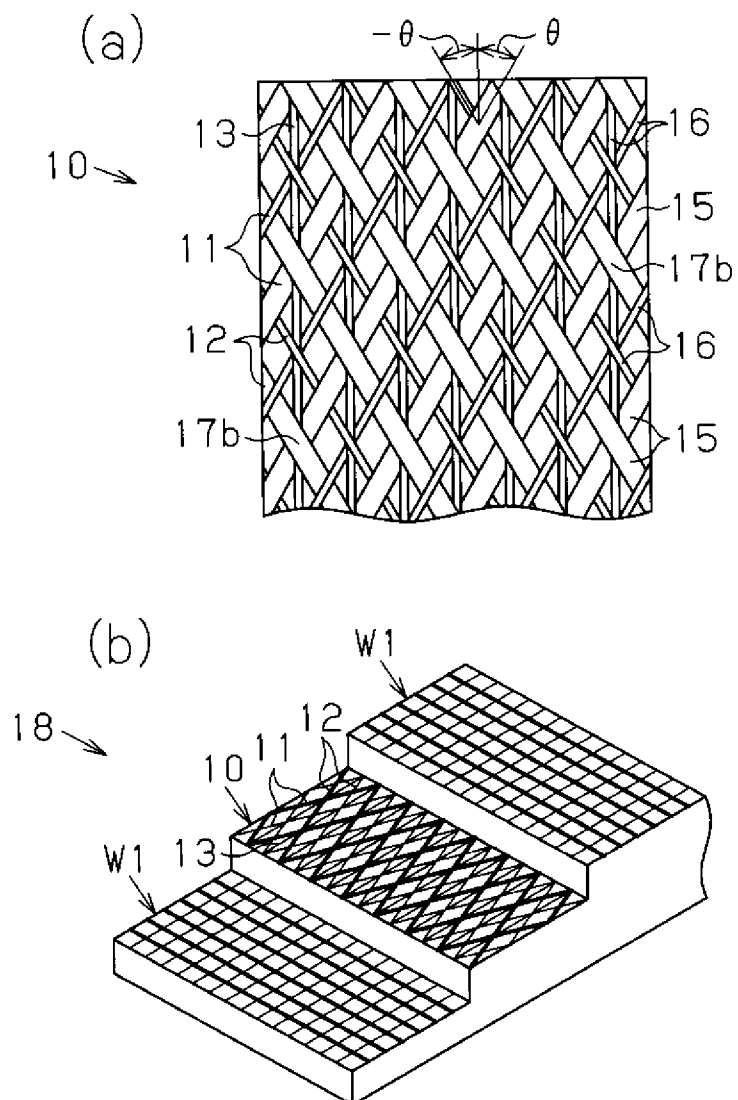
[図4]



[図8]

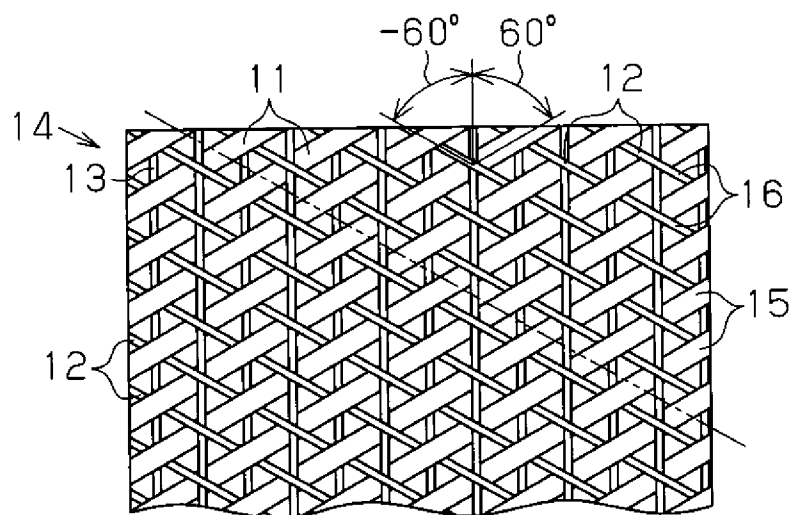


[図9]

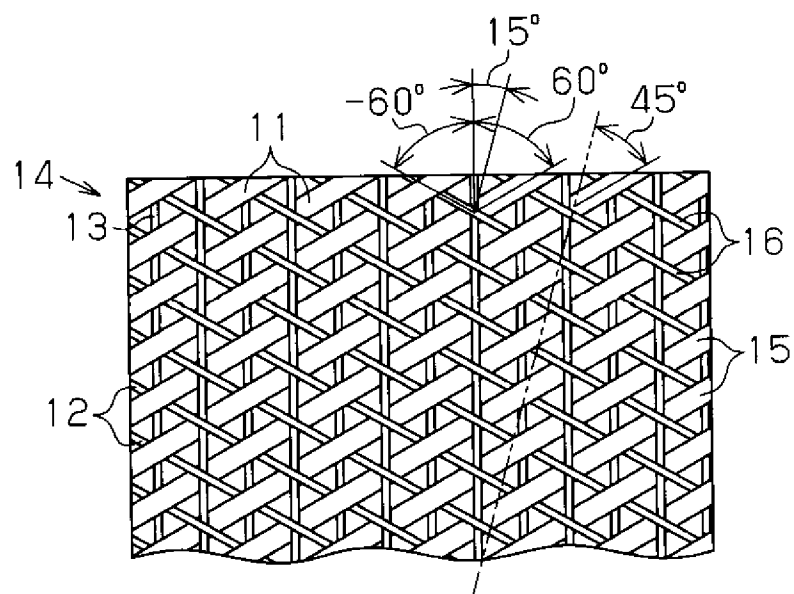


[図13]

(a)



(b)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/064715

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

D04C1/06(2006.01) i, B29C70/22(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)

B29B11/16, B29B15/08-15/14, B29C70/00-70/88, C08J5/04-5/10, C08J5/24, D03D1/00-27/18, D04C1/00-7/00, D04G1/00-5/00

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	1996-2011
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2011	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2011

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	JP 6-508404 A (U.S. Composites Corp.), 22 September 1994 (22.09.1994), claims; page 7, upper right column, line 8 to lower right column, line 11; page 8, upper left column, line 22 to upper right column, line 2; fig. 5, 6 & WO 1992/015740 A1 claims; page 17, line 8 to page 19, line 10; page 20, line 26 to page 21, line 5 & US 5419231 A & EP 574535 A1 & AU 662520 B & AU 1568892 A & CA 2104669 A1	1, 6-13 2-5
A	JP 10-168699 A (Toshiba Corp.), 23 June 1998 (23.06.1998), claims; drawings (Family: none)	1-13

☒ 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
02 August, 2011 (02.08.11)

Date of mailing of the international search report
09 August, 2011 (09.08.11)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/064715

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 56-79738 A (Nippon Glass Fiber Co., Ltd.), 30 June 1981 (30.06.1981), claims; drawings (Family: none)	1-13
A	JP 2006-28678 A (Murata Machinery Ltd.), 02 February 2006 (02.02.2006), claims; drawings (Family: none)	1-13

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (I P C))

Int.Cl. D04C1/06(2006.01)i, B29C70/22(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 (I P C))

Int.Cl. B29B11/16, B29B15/08-15/14, B29C70/00-70/88, C08J 5/04- 5/10, C08J 5/24, D03D 1/00-27/18, D04C 1/00- 7/00, D04G 1/00- 5/00

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	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 1 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 1 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 1 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
X	JP 6-508404 A (ユー・エス コンポジッツ コーポレーション) 1994.09.22,	1, 6 - 1 3
A	請求の範囲, 第7頁右上欄第8行-右下欄第11行, 第8頁左上欄第22行-右上欄第2行, 図5, 6 & WO 1992/015740 A1, Claims, 第17頁第8行-第19頁第10行, 第20頁第26行-第21頁第5行 & US 5419231 A & EP 574535 A1 & AU 662520 B & AU 1568892 A & CA 2104669 A1	2 - 5

☒ 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

「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

0 2 . 0 8 . 2 0 1 1

国際調査報告の発送日

0 9 . 0 8 . 2 0 1 1

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (I S A / J P)

郵便番号 1 0 0 - 8 9 1 5

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)

斎藤 克也

4 S

9 3 4 4

電話番号 0 3 - 3 5 8 1 - 1 1 0 1 内線 3 4 7 4

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
A	JP 10-168699 A (株式会社東芝) 1998.06.23, 特許請求の範囲, 図面 (ファミリーなし)	1 - 1 3
A	JP 56-79738 A (日本硝子繊維株式会社) 1981.06.30, 特許請求の範囲, 図面 (ファミリーなし)	1 - 1 3
A	JP 2006-28678 A (村田機械株式会社) 2006.02.02, 特許請求の範囲, 図面 (ファミリーなし)	1 - 1 3