

(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
2012年2月2日(02.02.2012)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2012/014605 A1

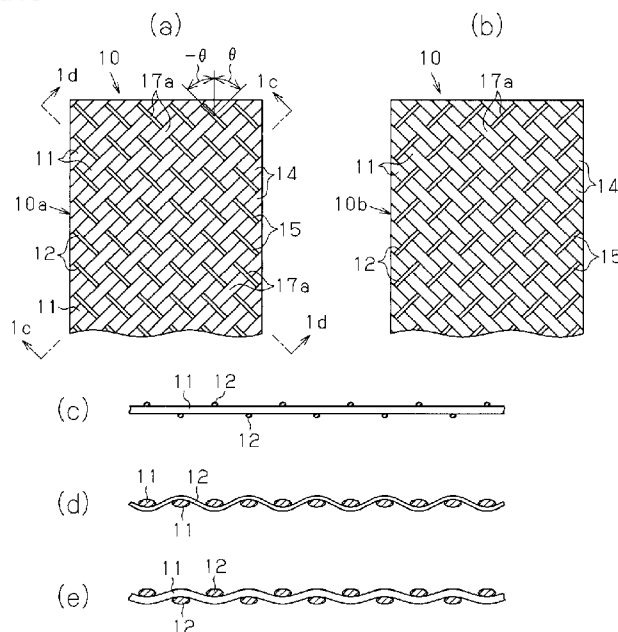
- (51) 国際特許分類:
D04C 1/06 (2006.01) B29C 70/22 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2011/064277
- (22) 国際出願日: 2011年6月22日(22.06.2011)
- (25) 国際出願の言語: 日本語
- (26) 国際公開の言語: 日本語
- (30) 優先権データ:
特願 2010-170597 2010年7月29日(29.07.2010) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 株式会社 豊田自動織機(KABUSHIKI KAISHA TOYOTA JIDOSHOKKI) [JP/JP]; 〒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: The disclosed fiber substrate (10) is formed by flattening a tubular braid having a braid structure. The tubular braid is constituted from multiple first fiber bundles (11) arranged so as to intersect the axis direction of said tubular braid at angle θ , and multiple second fiber bundles (12) arranged so as to intersect at angle $-\theta$. The first fiber bundles (11) are constituted from reinforcement fiber bundles (14). The second fiber bundles (12) are constituted from auxiliary threads (15). The basis weight of the auxiliary threads (15) is 20% or less than the basis weight of the reinforcement fiber bundles (14). In the fiber substrate (10), there are no intersections where reinforcement fiber bundles (14) cross one another.

(57) 要約: 繊維基材 10 は、組紐組織を有する筒状組紐を扁平にして形成されている。筒状組紐は、その軸方向に対して角度 θ で交差するように配列された複数の第 1 の繊維束 11 と、角度 $-\theta$ で交差するように配列された複数の第 2 の繊維束 12 とにより構成されている。第 1 の繊維束 11 は、強化繊維束 14 により構成されている。第 2 の繊維束 12 は、補助糸 15 により構成されている。補助糸 15 の目付けは、強化繊維束 14 の目付けの 2 割以下である。繊維基材 10 には、強化繊維束 14 同士が交差する交差部は存在しない。



添付公開書類:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

— 補正された請求の範囲 (条約第 19 条(1))

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6m)に使用される長尺の斜向糸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、斜向糸供給部と軸方向糸供給部とを有するブレード(組紐機)が使用される。斜向糸供給部は、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 $\pm \theta$ で斜向糸(組糸)を供給する。軸方向糸供給部は、マンドレルの軸芯方向に配列される軸方向糸を供給する。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、斜向糸供給部から複数の斜向糸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、複数の斜向糸が斜めに配列された長尺の軸方向糸付斜向糸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糸群と、よこ方向補助糸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糸群とを備えている。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、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

い。そのため、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では、平織物から糸の配列方向が $\pm 45^\circ$ である長尺の織物を切り出す際の歩留まりの悪さや生産性の著しい悪化といった問題がある。しかしながら、特許文献2には、上述した特許文献1の問題点について、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、組紐組織を有する筒状繊維組織からなる繊維基材が提供される。組紐組織は、筒状繊維組織の軸方向と角度 θ で交差する複数の第1の繊維束と、第1の繊維束に対して交差する複数の第2の繊維束とにより構成されている。繊維基材は、第1の繊維束又は第2の繊維束の少なくとも一部を構成する強化繊維からなる強化繊維束と、補助糸の目付けが強化繊維束の目付けの2割以下である補助糸を含む。本発明によれば、筒状繊維組織の軸方向と交差する強化繊維束が存在し、かつ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、第1の繊維束を構成するいずれの

強化繊維束も、強化繊維からなる第2の繊維束に対して同じ側に配置されている。

[0011] ここで、「組紐組織」は、少なくとも2方向に配列される複数の糸条（糸又は繊維束）を互いに交差させて一体化したものを意味する。「強化繊維」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繊維束を意味する。「補助糸」は、複合材料の製造工程で繊維基材を取り扱う際に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ための糸条を意味する。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本のフィラメントであってもよく、複数の繊維の束であってもよい。「目付け」は、所定長さの糸条の重さを意味し、糸条の太さに反映される。以下、この明細書では同じ意味で使用する。

[0012] この発明によれば、繊維基材は、繊維束を2軸方向に配列した組紐組織を有する筒状体から形成される。繊維基材には、筒状繊維組織の軸方向と交差する強化繊維束が存在する。また、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、第1の繊維束を構成するいずれの強化繊維束も、強化繊維からなる第2の繊維束に対して同じ側に配置されている。そのため、筒状組紐の軸方向と平行に配列される強化繊維束、又は軸方向と交差するように配列される強化繊維束においてクリンプが抑制される。例えば、平織物で一方向（例えば、角度 θ 方向）に繊維束が配列された繊維基材（織物基材）を形成する場合に比べて、筒状組紐の生産性は高い。よって、複合材料を製造する際にその長手方向（ 0° 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、繊維基材は、筒状繊維組織を扁平にして形成されていることが好ましい。

[0014] この発明によれば、繊維基材は、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。

[0015] 上記課題を解決するため、本発明の第二の態様によれば、組紐組織を有する筒状繊維組織をその軸方向に沿って切り開いてシート状に形成した繊維基材が提供される。組紐組織は、筒状繊維組織の軸方向と角度 θ で交差する複数の第1の繊維束と、第1の繊維束に対して交差する複数の第2の繊維束とにより構成されている。繊維基材は、第1の繊維束又は第2の繊維束の少なくとも一部を構成する強化繊維からなる強化繊維束と、補助糸の目付けが強化繊維束の目付けの2割以下である補助糸とを含む。本発明によれば、筒状繊維組織の軸方向と交差する強化繊維束が存在し、かつ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、第1の繊維束を構成するいずれの強化繊維束も、強化繊維からなる第2の繊維束に対して同じ側に配置されている。

[0016] この発明によれば、基本的には、請求項1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、複合材料の強化材として使用する際、請求項1に記載の発明と異なり、複合材料の長手方向（0°方向）に対して交差する強化繊維層を重ねられ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。

[0017] 上記課題を解決するため、本発明の第三の態様によれば、互いに平行である複数の第1の繊維束と、互いに平行でありかつ第1の繊維束と角度 θ で交差する複数の第2の繊維束とにより構成された組紐組織を有する繊維基材が提供される。第1及び第2の繊維束のそれぞれは、強化繊維からなる強化繊維束と、補助糸の目付けが強化繊維束の目付けの2割以下である補助糸とを含む。繊維基材には、強化繊維束同士が交差する交差部が存在し、第1の繊維束を構成するいずれの強化繊維束も、強化繊維からなる第2の繊維束に対して同じ側に配置されている。

[0018] この発明によれば、繊維基材は、強化繊維（強化繊維束）を2軸方向に配

列させて構成される。このため、繊維基材には、強化繊維束同士が交差する交差部が必ず存在する。しかしながら、第1の繊維束を構成するいずれの強化繊維束も、強化繊維からなる第2の繊維束に対して同じ側に配置されている。このため、第1及び第2の繊維束においてクリンプが抑制される。

[0019] 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が強化繊維により構成された強化繊維束であり、他方が補助糸であることが好ましい。

[0020] この発明によれば、強化繊維束同士の交差部が存在しない。このため、強化繊維束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。

[0021] 上記の繊維基材において、第1及び第2の繊維束のそれぞれでは、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。

[0022] この発明によれば、第1及び第2の繊維束のいずれか一方を強化繊維束により構成した繊維基材とは異なり、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、第1及び第2の繊維束では強化繊維束と補助糸とが交互に配列されているため、強化繊維束及び補助糸を均等に配列することもできる。

[0023] 上記の繊維基材において、第1の繊維束は、筒状繊維組織の軸方向に対して角度 θ で交差し、第2の繊維束は、筒状繊維組織の軸方向に対して角度 $-\theta$ で交差することが好ましい。

[0024] この発明によれば、繊維基材の製造に公知の丸打組紐機を用いることができる。

[0025] 上記の繊維基材において、第2の繊維束は、筒状繊維組織の軸方向と平行に延びており、第2の繊維束のうち特定の繊維束は、第1の繊維束のうちの特定の繊維束に対して一方の側で交差し、第2の繊維束のうちの残りの繊維束は、第1の繊維束のうちの残りの繊維束に対して他方の側で交差することが好ましい。

[0026] この発明によれば、通常の組紐とは異なり、2軸の方向を、組紐組織の軸方向（0° 方向）及び角度 θ の2方向にすることができる。

[0027] 上記課題を解決するため、本発明の第四の態様によれば、組紐組織を有する筒状繊維組織からなる繊維基材が提供される。組紐組織は、筒状繊維組織の軸方向と角度 θ で交差する複数の第1の繊維束と、筒状繊維組織の軸方向と平行である複数の第2の繊維束とにより構成されている。第2の繊維束は、強化繊維からなる強化繊維束と、補助糸の目付けが強化繊維束の目付けの2割以下である補助糸とにより構成されている。本発明によれば、強化繊維束及び補助糸は交互に配列されるか、又は1本の強化繊維束と隣り合う複数の補助糸の組とが交互に配列されている。第1の繊維束は、隣り合う複数の強化繊維束の組と1本の補助糸とを交互に配列させて構成されている。第1の繊維束を構成する強化繊維束は、強化繊維束により構成された第2の繊維束に対して筒状繊維組織の外側又は内側で交差し、補助糸は、強化繊維束により構成された第2の繊維束に対して他方の側で交差する。

[0028] この発明によれば、強化繊維束により構成された1本の第2の繊維束について、強化繊維束により構成された第1の繊維束との交差部が存在する。この交差部は、強化繊維束同士の交差部であり、複数の交差部が連続して隣り合うように形成される。筒状繊維組織を形成する際、強化繊維束により構成された第1の繊維束と第2の繊維束の張力を比べると、筒状繊維組織の軸方向と平行である第2の繊維束の方が、筒状繊維組織の軸方向と交差する第1の繊維束よりも弱い。つまり、第1の繊維束は、第2の繊維束より屈曲（湾曲）し難い。しかしながら、強化繊維束により構成された第1の繊維束は、強化繊維束により構成された第2の繊維束に対して同じ側で交差するように配列されている。このため、第1及び第2の繊維束による強化繊維束同士の交差部が連続して隣り合うように配置されたとしても、第1及び第2の繊維束においてクリンプは抑制される。尚、隣り合う複数の強化繊維束からなる第1の繊維束の組では、繊維基材の取り扱い易さ及び筒状繊維組織の組み易さを考慮して、第1の繊維束の数が設定される。

[0029] 上記課題を解決するため、本発明の第五の態様によれば、組紐組織を有する筒状繊維組織をその軸方向に沿って切り開いてシート状に形成した繊維基材が提供される。組紐組織は、筒状繊維組織の軸方向と角度 θ で交差する複数の第1の繊維束と、筒状繊維組織の軸方向と平行である複数の第2の繊維束とにより構成されている。第2の繊維束は、強化繊維からなる強化繊維束と、補助糸の目付けが強化繊維束の目付けの2割以下である補助糸とにより構成されている。本発明によれば、強化繊維束及び補助糸は交互に配列されるか、又は1本の強化繊維束と隣り合う複数の補助糸の組とが交互に配列されている。第1の繊維束は、隣り合う複数の強化繊維束の組と1本の補助糸とを交互に配列させて構成されている。第1の繊維束を構成する強化繊維束は、強化繊維束により構成された第2の繊維束に対して筒状繊維組織の外側又は内側で交差し、補助糸は、強化繊維束により構成された第2の繊維束に対して他方の側で交差する。

[0030] この発明においても、請求項9に記載の発明と同様に、第1及び第2の繊維束による強化繊維束同士の交差部が連続して隣り合うように配置されたとしても、第1の繊維束及び第2の繊維束においてクリンプは抑制される。

[0031] 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。

[0032] 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。

[0033] 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。

[0034] 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。

[0035] 上記課題を解決するため、本発明の第六の態様によれば、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。

[0036] 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 1 2 のいずれか一項に記載の繊維基材の効果を有する。

[0037] 上記課題を解決するため、本発明の第七の態様によれば、請求項 1～1 2 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。

図面の簡単な説明

[0038] [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) は斜行糸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。

[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]第 4 実施形態の繊維基材の平面図。

[図8] (a) は円筒組紐の軸方向に配列される繊維束と、軸方向に対して交差するように配列される繊維束とを示す概略図、 (b), (c) はブレイディング装置のボビンの動作を示す概略図。

[図9] (a) 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]第 6 実施形態の繊維基材の平面図。

[図11] (a), (b) はそれぞれ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の平面図。

[図13] (a), (b), (c) 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

[0039] (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。

[0040] 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とを備えている。繊維基材10は、図2に示す筒状繊維組織としての筒状組紐13を扁平にして形成されている。第1の繊維束11は、筒状組紐13の軸方向(図1(a), (b)の上下方向)と角度 θ で交差するように配列されている。第2の繊維束12は、筒状組紐13の軸方向と角度 $-\theta$ で交差するように配列されている。ここでは、角度 θ は 45° である。

[0041] 第1及び第2の繊維束11, 12のいずれか一方が強化繊維からなる強化繊維束14により構成され、他方が補助糸15により構成されている。ここでは、第1の繊維束11が強化繊維束14により構成され、第2の繊維束12が補助糸15により構成されている。「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繊維を意味する。強化繊維束14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束が使用される。ここでは、強化繊維束14として炭素繊維が使用される。炭素繊維は、複合材料の要求性能にもよるが、例えば、フィラメント数を10000～数万本程度を有している。

[0042] 補助糸15は、複合材料の製造時に繊維基材10を構成する強化繊維束14の配列が乱れたり、繊維基材10の移送時における繊維基材10の変形を防止したりする。補助糸15自身が複合材料の機械的強度に寄与する必要はない。

[0043] 補助糸15は、糸又は繊維束により構成されている。補助糸15の目付けは、強化繊維束14の目付けの2割以下であり、好ましくは1割未満である。補助糸15は、複合材料の強化材としての繊維基材10に要求される強度及び補助糸15の材質により設定される。「目付け」とは、所定長さの糸条の重さを意味し、太さに反映される。補助糸15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い。ここでは、補助糸15

は、ポリエステル繊維により構成されている。

[0044] 繊維基材 10 は、筒状組紐 13 を扁平にした 2 層構造を有している。図 2 に示す筒状組紐 13 の状態では、筒状組紐 13 をどちらの方向からみても、第 1 の繊維束 11 が筒状組紐 13 の軸方向に対して角度 θ で交差し、第 2 の繊維束 12 が筒状組紐 13 の軸方向に対して角度 $-\theta$ で交差する。そのため、図 1 (a), (b) に示すように、第 1 の繊維束 11 の配列方向と筒状組紐 13 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 10 a では 45° となり、下側層 10 b では -45° となる。即ち、上側層 10 a は、組紐組織の軸方向に対して 45° で配列された強化繊維束 14 を有し、下側層 10 b は、組紐組織の軸方向に対して -45° で配列された強化繊維束 14 を有する。上側層 10 a 及び下側層 10 b には、強化繊維束 14 同士の交差部は存在せず、強化繊維束 14 と補助糸 15 との交差部 17 a のみが存在する。

[0045] 繊維基材 10 を構成する筒状組紐 14 は、例えば、公知の丸打組紐機（丸打ブレーダー）や、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 13 の内径に等しい外径のマンドレルが用いられる。まず、第 1 及び第 2 の繊維束 11, 12 が、マンドレルの軸方向と角度（ θ 及び $-\theta$ ）をなすようにマンドレルの外周面に巻きつけられる。得られた筒状組紐 13 を、繊維基材 10 の長さに切断する。その後、筒状組紐 13 を押しつぶして扁平にし、複合材料の強化材である繊維基材 10 が完成する。

[0046] 繊維基材 10 は、所定の長さに切断される。繊維基材 10 は、他の繊維基材と積層されて、4 軸の強化材を構成する。他の繊維基材は、複合材料の長手方向と成す角度が 0° 及び 90° の強化繊維（強化繊維束）を有する。この場合の他の繊維基材として、経糸に強化繊維を用い、緯糸に補助糸を用いた平織物（角度 0° ）が使用される。また、緯糸に強化繊維を用い、経糸に補助糸を用いた平織物（角度 90° ）も使用される。また、例えば、図 3 に

示すように、経糸及び緯糸のそれぞれを強化繊維と補助糸とにより構成し、強化繊維と補助糸とを交互に配列した平織物W1を使用してもよい。図3では、平織物W1の強化繊維を太線で示し、補助糸を細線で示している。

[0047] 図3に示すように、複合材料16は、強化繊維と補助糸とを交互に配列した平織物W1の両面に繊維基材10を積層し、得られ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。図3は、繊維基材10の上側層10a及び下側層10bの各部分を示している。複合材料16の機械的特性に疑似等方性を持たせるには、複合材料16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。この場合、最低1枚の平織物W1と1つの繊維基材10とを用いて、疑似等方性の機械的特性を有する複合材料16が得られる。複合材料16の要求性能により、積層される留繊維基材10及び平織物W1の数が設定される。

[0048] 複合材料16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、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は、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。

[0049] 次に、上記の繊維基材10の作用を説明する。

[0050] 第1及び第2の繊維束11、12が共に強化繊維束14のみにより構成されている場合、繊維基材10を構成する第1及び第2の繊維束11、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。そのため、第1及び第2の繊維束11、12が共に強化繊維束14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と対応する箇所毎に、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16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14の有する高い引張強度が十分に発揮されない。

[0051] その点、本発明の第1実施形態によれば、図1(c)に示すように、強化繊維束14により構成された第1の繊維束11では、補助糸15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殆どクリンプが存在しない。よって、強化繊維束14は、ほぼ真っ直ぐに配列された状態に保持されている。一方、図1(d)に示すように、第2の繊維束12では、強化繊維束14により構成された第1の繊維束11と対応する箇所毎に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16を製造した場合、強化繊維束14により構成された第1の繊維束11では、強化繊維束14の有する高い引張強度が十分に発揮される。

[0052] 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。

[0053] (1) 繊維基材10は、筒状組紐13を扁平にして形成される。複数の第1の繊維束11は、筒状組紐13の軸方向と角度 θ で交差するように配列されている。複数の第2の繊維束12は、筒状組紐13の軸方向と角度 $-\theta$ で交差するように配列されている。よって、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）に比べて、繊維基材10の生産性を高めることもできる。

[0054] (2) 第1の繊維束11は強化繊維束14により構成され、第2の繊維束12は補助糸15により構成されている。このため、強化繊維束14同士が交差する交差部は存在しない。つまり、第1の繊維束11と第2の繊維束12との交差部として、強化繊維束14と補助糸15との交差部17aしか存在しない。その結果、筒状組紐13の軸方向に対して交差する強化繊維束14においてクリンプが抑制される。よって、繊維基材の長手方向に対して交差す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10を構成することができる。

[0055] (3) 繊維基材 10 は、筒状組紐 13 を扁平にすることで、2 層の強化繊維層を有している。この場合、上側層 10 a と下側層 10 b とで、強化繊維束 14 の配列方向が、組紐組織の軸方向に対して対称である。このため、複合材料 16 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が少なくなる。

[0056] (4) 強化繊維束 14 と筒状組紐 13 の軸方向とがなす角度 θ は 45° である。また、繊維基材 10 は、筒状組紐 13 を扁平にして形成されている。よって、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 16 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、強化繊維束 14 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 10 a と下側層 10 b 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、強化繊維束 14 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。

[0057] (5) 補助糸 15 は、有機繊維により構成されている。このため、補助糸 15 として無機繊維を使用した場合に比べて、強化繊維束 14 のクリンプを抑制し易い。

[0058] (第 2 実施形態)

次に、第 2 実施形態を図 4 (a), (b) 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。

[0059] 図 4 (a) に示すように、第 1 及び第 2 の繊維束 11, 12 のそれぞれでは、強化繊維束 14 と補助糸 15 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、強化繊維束 14 により構成された第 1 の繊維束 11 と、強化繊維束 14 により構成された第 2 の繊維束 12 との交差部は存在しなかった。この実施形態では、強化繊維束 14 により構成された第 1 の繊維束 11 と、強化繊維束 14 により構成された第 2 の繊維束 12 との交差部、即

ち、強化繊維束 1 4 同士の交差部 1 7 b が存在する。しかし、強化繊維束 1 4 同士の交差部 1 7 b は、互いに隣り合って配置されていない。つまり、強化繊維束 1 4 同士の交差部 1 7 b 間には、強化繊維束 1 4 と補助糸 1 5 との交差部 1 7 a 又は補助糸 1 5 同士の交差部 1 7 c が存在する。強化繊維束 1 4 同士が交差する交差部 1 7 b が存在する場合、第 1 の繊維束 1 1 を構成する全ての強化繊維束 1 4 は、強化繊維からなる第 2 の繊維束 1 2 に対して同じ側に配置されている。つまり、第 1 の繊維束 1 1 を構成する全ての強化繊維束 1 4 は、筒状組紐 1 3 における外側（図 4（a）では紙面に対して手前側）に配置されている。また、図 4（b）に示すように、第 2 の繊維束 1 2 の一方の側には強化繊維束 1 4 から構成された第 1 の繊維束 1 1 が存在し、他方の側には補助糸 1 5 から構成された第 1 の繊維束 1 1 が存在する。このため、第 2 の繊維束 1 2 の両側に強化繊維束 1 4 が存在する場合とは異なり、第 2 の繊維束 1 2 に大きなクリンプが生じることはない。同様に、第 2 の繊維束 1 2 を構成するいずれの強化繊維束 1 4 も、第 1 の繊維束 1 1 に対して同じ側に配置されている。よって、第 1 の繊維束 1 1 においてもクリンプが抑制される。

[0060] 従って、第 2 実施形態によれば、第 1 実施形態の（1），（3）～（5）と同様な効果に加えて以下の効果を得ることができる。

[0061] （6）第 1 及び第 2 の繊維束 1 1，1 2 のそれぞれでは、強化繊維束 1 4 と補助糸 1 5 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 1 1，1 2 のいずれか一方が強化繊維束 1 4 により構成されている繊維基材 1 0 とは異なり、強化繊維束 1 4 を 2 軸方向に配列した繊維基材 1 0 を得ることができる。

[0062] （7）第 1 及び第 2 の繊維束 1 1，1 2 のそれぞれでは強化繊維束 1 4 と補助糸 1 5 とが交互に配列されているため、強化繊維束 1 4 及び補助糸 1 5 を均等に配列することもできる。

[0063] （8）第 1 の繊維束 1 1 を構成するいずれの強化繊維束 1 4 も、強化繊維からなる第 2 の繊維束 1 2 に対して同じ側に配置されている。このため、第

1 及び第 2 の繊維束 1 1, 1 2 共にクリンプを抑制することができる。

[0064] (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 2 0 が 2 層構成ではなく 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。

[0065] 繊維基材 2 0 は、筒状組紐 1 3 をその軸方向に沿って切り開いてシート状にして形成されている。従って、同じ筒状組紐 1 3 を使用した場合、図 5 に示すように、繊維基材 2 0 の幅は、筒状組紐 1 3 を扁平にした繊維基材 1 0 の幅の 2 倍である。繊維基材 2 0 は、筒状組紐 1 3 の軸方向と角度 θ で交差するように配列された複数の第 1 の繊維束 1 1 と、筒状組紐 1 3 の軸方向と角度 $-\theta$ で交差するように配列された複数の第 2 の繊維束 1 2 とにより構成されている。第 1 の繊維束 1 1 は全て強化繊維束 1 4 により構成され、第 2 の繊維束 1 2 は全て補助糸 1 5 により構成されている。繊維基材 2 0 では、強化繊維束 1 4 が、筒状組紐 1 3 の軸方向と角度 θ (45°) で交差している。

[0066] 繊維基材 2 0 を用いて、機械的特性に疑似等方性を有する複合材料 1 6 が製造される。この場合、繊維基材 2 0 は、少なくとも 2 枚必要である。両繊維基材 2 0 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 2 0 は、平織物 W 1 を 2 枚の繊維基材 2 0 で挟みむと共に、一方の繊維基材 2 0 の第 1 の繊維束 1 1 と他方の繊維基材 2 0 の第 1 の繊維束 1 1 とを対称に配列させて積層されている。

[0067] 従って、第 3 実施形態によれば、第 1 実施形態の (2), (5) 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] (9) 繊維基材 2 0 は、筒状組紐 1 3 をその軸方向に沿って切り開いてシート状にして形成されている。組紐組織は、筒状組紐 1 3 の軸方向と角度 θ で交差する複数の第 1 の繊維束 1 1 と、第 1 の繊維束 1 1 に対して交差する複数の第 2 の繊維束 1 2 とにより構成されている。この場合、繊維基材 2 0 の強化繊維層が 1 層である。このため、繊維基材 2 0 を複合材料 1 6 の強化

材として使用する際、 0° 方向に対して交差する 2 層の強化繊維層を重ねることができる。よって、強化繊維層の積層構成の自由度が高くなる。また、筒状組紐 13 を扁平にして形成された繊維基材 10 に比べて幅の広い繊維基材 20 を製造する場合、小型のブレイディング装置を用いることができる。例えば、同じ径の筒状組紐 13 から 2 倍の幅の繊維基材 20 を形成することができる。

[0069] (第 4 実施形態)

次に、第 4 実施形態を図 7 ～図 8 (c) に従って説明する。第 4 実施形態は、筒状組紐 13 を扁平にして形成する点で、第 1 及び第 2 実施形態の繊維基材 10 と同じである。一方、第 4 実施形態は、組紐組織を構成する繊維束の配列について、両実施形態と大きく異なる。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] 図 7 に示すように、繊維基材 30 では、第 1 の繊維束 11 が筒状組紐 13 の軸方向と角度 θ で交差するように配列され、第 2 の繊維束 12 が筒状組紐 13 の軸方向と平行に配列されている。繊維基材 30 の組紐組織の軸方向は、 0° 方向及び角度 θ の 2 方向である。角度 θ は 45° である。第 1 の繊維束 11 は全て強化繊維束 14 により構成され、第 2 の繊維束 12 は全て補助糸 15 により構成されている。第 1 の繊維束 11 と第 2 の繊維束 12 の交差部は、全て強化繊維束 14 と補助糸 15 との交差部 17 a である。

[0071] 筒状組紐 13 を組むには、次の条件を満たす必要がある。第 1 の条件は、図 8 (a) に示すように、特定の軸方向糸 32 b の内側を通る斜行糸 31 a と、特定の軸方向糸 32 b の外側を通る斜行糸 31 b の 2 種類がある。第 2 の条件は、特定の斜行糸 31 a の内側を通る軸方向糸 32 a と、特定の斜行糸 31 a の外側を通る軸方向糸 32 b とがある。

[0072] この条件を満たすブレイディング装置（組紐機）を図 8 (b) に示す。同図に示すように、交互に位置する偶数本の軸方向糸 32 a, 32 b に対して、斜行糸 31 a 用のポビン B1 が、図示しないキャリアによって、軸方向糸 32 a の外側と軸方向糸 32 b の内側とを順に経路 36 に沿って移動する。

また、図 8 (c) に示すように、斜行糸 3 1 b 用のボビン B 2 が、図示しないキャリアによって、軸方向糸 3 2 a の内側と軸方向糸 3 2 b の外側とを順に経路 3 7 に沿って移動する。ボビン B 1, B 2 はそれぞれ異なる軌道に沿って移動するものの、組紐機を中心に対して同方向へ移動する。

[0073] 筒状組紐 1 3 の製造に際し、筒状組紐 1 3 の内径に等しい外径のマンドレルが使用される。第 2 の繊維束 1 2 となる軸方向糸 3 2 a, 3 2 b をマンドレルの外周面の長手方向に沿って配置する。そして、第 1 の繊維束 1 1 となる斜行糸 3 1 a, 3 1 b を、斜行糸 3 1 a 用のボビン B 1 及び斜行糸 3 1 b 用のボビン B 2 からそれぞれ供給する。このとき、斜行糸 3 1 a, 3 1 b と軸方向糸 3 2 a, 3 2 b とが所定の角度 θ をなすようにして、筒状組紐 1 3 が形成される。筒状組紐 1 3 を繊維基材 3 0 の長さに切断した後、筒状組紐 1 3 が押し潰されて扁平にされる。これにより、複合材料 1 6 の強化材として使用される繊維基材 3 0 が完成する。

[0074] 第 4 実施形態によれば、第 1 実施形態の (2) ~ (5) と同様な効果に加えて以下の効果を得ることができる。

[0075] (10) 第 2 の繊維束 1 2 は、筒状組紐 1 3 の軸方向と平行に配列されている。第 2 の繊維束 1 2 のうち特定の繊維束は、第 1 の繊維束 1 1 のうちの特定の繊維束に対して一方の側で交差し、残りの繊維束は、第 1 の繊維束 1 1 のうちの残りの繊維束に対して他方の側で交差する。従って、繊維基材 3 0 の組紐組織の軸方向を、 0° 方向及び角度 θ の 2 方向とすることができる。

[0076] (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 及び第 2 の繊維束 1 1, 1 2 と筒状組紐 1 3 の軸方向とがなす角度 θ を 45° ではなく、 30° とした点で、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る。よって、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。

[0077] 図 9 (a) に示すように、第 1 及び第 2 の繊維束 1 1, 1 2 のそれぞれで

は、強化繊維束 1 4 と補助糸 1 5 とが交互に配列されている。繊維基材 1 0 では、強化繊維束 1 4 同士の交差部 1 7 b は、互いに隣り合って配置されていない。つまり、強化繊維束 1 4 同士の交差部 1 7 b 間には、強化繊維束 1 4 と補助糸 1 5 との交差部 1 7 a 又は補助糸 1 5 同士の交差部 1 7 c が存在する。第 2 実施形態と同様に、第 1 の繊維束 1 1 を構成するいずれの強化繊維束 1 4 も、強化繊維からなる第 2 の繊維束 1 2 に対して同じ側に配置されている。そのため、強化繊維束 1 4 同士の交差部 1 7 b が存在しても、強化繊維束 1 4 により構成された第 1 及び第 2 の繊維束 1 1, 1 2 においてクリップが抑制される。

[0078] 第 1 の繊維束 1 1 は、第 2 の繊維束 1 2 に対して 60° の角度で交差している。このため、複合材料 1 6 の機械的特性に疑似等方性を持たせるには、繊維基材 1 0 を他の織物基材上に積層して、3 軸の強化材を構成する必要がある。他の織物基材は、複合材料 1 6 の長手方向に対して 90° に配列された強化繊維を有する。この場合の他の織物基材として、図 9 (b) に示すように、緯糸に強化繊維を用い、経糸に補助糸を用いた平織物 W 2 が使用される。この場合、最低 1 枚の平織物 W 2 と 1 枚の繊維基材 1 0 とを用いて、疑似等方性の機械的特性を有する複合材料 1 6 が得られる。複合材料 1 6 の要求性能により、積層される繊維基材 1 0 及び平織物 W 2 の数が設定される。

[0079] 従って、第 5 実施形態によれば、第 1 実施形態の (1), (3), (5) 及び第 2 実施形態の (6) ~ (8) と同様な効果に加えて以下の効果を得ることができる。

[0080] (1 1) 強化繊維束 1 4 と筒状組紐 1 3 の軸方向とがなす角度 θ は 30° であり、繊維基材 1 0 は、筒状組紐 1 3 を扁平にして形成されている。従って、繊維基材 1 0 を、複合材料 1 6 の機械的特性に疑似等方性を持たせるための強化材として、具体的には、3 軸の強化繊維を互いに 60° で交差させた複合材料 1 6 の強化材として、好適に使用することができる。

[0081] (第 6 実施形態)

次に、第 6 実施形態を図 1 0 に従って説明する。第 6 実施形態は、第 1 の

繊維束 1 1 が筒状組紐 1 3 の軸方向と角度 θ （例えば、 45° ）で交差し、第 2 の繊維束 1 2 が筒状組紐 1 3 の軸方向と平行である点で、第 4 実施形態と同じである。一方、第 6 実施形態は、強化繊維束 1 4 同士の交差部 1 7 b が連続して形成される点で、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 4 実施形態と同様である。よって、第 4 実施形態と同一部分には同一符号を付して詳しい説明を省略する。

[0082] 図 10 に示すように、第 2 の繊維束 1 2 では、強化繊維束 1 4 と補助糸 1 5 とが交互に配列されている。第 1 の繊維束 1 1 は、1 本の補助糸 1 5 と 2 本の強化繊維束 1 4 の組とが交互に配列されている。補助糸 1 5 により構成された第 1 の繊維束 1 1 は、強化繊維束 1 4 により構成された第 2 の繊維束 1 2 の外側（図 10 の紙面手前側）を通り、補助糸 1 5 により構成された第 2 の繊維束 1 2 の内側（図 10 の紙面奥側）を通る。強化繊維束 1 4 により構成された 1 組の第 1 の繊維束 1 1 は、強化繊維束 1 4 により構成された第 2 の繊維束 1 2 の内側を通り、補助糸 1 5 により構成された第 2 の繊維束 1 2 の外側を通る。即ち、強化繊維束 1 4 により構成された 1 本の第 2 の繊維束 1 2 について、強化繊維束 1 4 同士の交差部 1 7 b が 2 個連続する部分と、強化繊維束 1 4 と補助糸 1 5 との交差部 1 7 a とが順に繰り返されている。

[0083] 強化繊維束 1 4 により構成された第 1 の繊維束 1 1 は、強化繊維束 1 4 により構成された第 2 の繊維束 1 2 に対して同じ側で交差する。即ち、強化繊維束 1 4 同士が交差する交差部 1 7 b が存在する場合、第 1 の繊維束 1 1 を構成するいずれの強化繊維束 1 4 も、強化繊維からなる第 2 の繊維束 1 2 に対して同じ側に配置されている。そのため、第 2 の繊維束 1 2 と第 1 の繊維束 1 1 とによる強化繊維束 1 4 同士の交差部 1 7 b が複数個連続して形成されたとしても、第 2 の繊維束 1 2 においてクリンプは抑制される。

[0084] 強化繊維束 1 4 により構成された第 1 の繊維束 1 1 の数が増えると、第 2 の繊維束 1 2 を保持する補助糸 1 5 により構成された第 1 の繊維束 1 1 の数が少なくなる。その結果、第 1 の繊維束 1 1 による第 2 の繊維束 1 2 を保持

する機能が低下する。よって、隣り合う複数の強化繊維束 14 からなる組について、強化繊維束 14 の数は、繊維基材 30 の取り扱い易さや筒状組紐 13 の製造のし易さを考慮して設定される。

[0085] 従って、第 6 実施形態によれば、第 1 実施形態の (3) ~ (5) 及び第 4 実施形態の (10) と同様な効果に加えて以下の効果を得ることができる。

[0086] (12) 第 2 の繊維束 12 では、強化繊維束 14 と補助糸 15 とが交互に配列され、第 1 の繊維束 11 では、隣り合う複数の強化繊維束 14 からなる組と、1 本の補助糸 15 とが交互に配列されている。この場合、強化繊維束 14 は、組紐組織の軸方向 (0° 方向) と、組紐組織の軸方向に対して角度 θ で交差する方向とにそれぞれ配列されている。第 1 の繊維束 11 の本数が同じ場合、第 2 の繊維束 12 と第 1 の繊維束 11 とによる強化繊維 14 同士の交差部 17b が隣り合わない繊維基材 30 に比べて、強化繊維束 14 により構成された第 1 の繊維束 11 の数を多くすることができる。

[0087] 尚、上記各実施形態を、次のように変更してもよい。

[0088] 第 1 ~ 第 5 実施形態において、第 1 及び第 2 の繊維束 11, 12 のそれぞれが 1 本ずつ交互に他方の繊維束の外側と内側とを通るように交差する必要はない。例えば、図 11 (a) に示すように、第 1 の繊維束 11 は、隣接する 2 本の第 2 の繊維束 12 の外側を通る部分と内側を通る部分とを交互に繰り返すように配列してもよく、第 2 の繊維束 12 は、隣接する 2 本の第 1 の繊維束 11 の外側を通る部分と内側を通る部分とを交互に繰り返すように配列してもよい。また、図 11 (b) に示すように、繊維基材 10 において、2 本の第 1 の繊維束 11 と 2 本の第 2 の繊維束 12 とが、それぞれ交互に他方の繊維束の外側と内側とを通るように交差してもよい。繊維束の内側及び外側とは、筒状組紐 13 の内側及び外側に相当する。

[0089] 第 1 ~ 第 5 実施形態において、第 1 及び第 2 の繊維束 11, 12 が他方の繊維束の外側と内側とを通る状態は、第 1 の繊維束 11 と第 2 の繊維束 12 とでそれぞれ異なってもよい。例えば、図 12 に示すように、第 1 の繊維束 11 では、隣り合う 3 本の第 2 の繊維束 12 の外側を通過した後、1 本の第

2の繊維束12の内側を通過する繊維束と、隣り合う3本の第2の繊維束12の内側を通過した後、1本の第2の繊維束12の外側を通過する繊維束とが交互に配列されている。また、第2の繊維束12では、隣り合う第1の繊維束11の外側と内側とを交互に通過する繊維束と、隣り合う2本の第1の繊維束11の外側を通過した後、隣り合う2本の第1の繊維束11の内側を通過する繊維束とが交互に配列されている。

[0090] 第4実施形態のように、第1の繊維束11が筒状組紐13の軸方向と角度 θ で交差し、第2の繊維束12が筒状組紐13の軸方向と平行である繊維基材30においても、第1及び第2の繊維束11, 12の構成を第2実施形態や第3実施形態のように変更してもよい。即ち、強化繊維束14と補助糸15とが交互に配列してもよく、筒状組紐13をその軸方向に沿って切り開きシート状にすることで、繊維基材30を形成してもよい。

[0091] 第6実施形態は、以下のように変更してもよい。例えば、第2の繊維束12では、強化繊維束14と補助糸15とを交互に配列させずに、1本の強化繊維束14と複数の補助糸15とを配列させてもよい。また、第2の繊維束12では、強化繊維束14と補助糸15とを交互に配列した部分と、1本の強化繊維束14と複数の補助糸15とを配列した部分とを混在させてもよい。また、隣り合う複数の強化繊維束14からなる組について第1及び第2の繊維束11, 12の数は、3本以上であってもよい。また、繊維基材30は、筒状組紐13をその軸方向に沿って切り開いてシート状にして形成してもよい。角度 θ は 45° 以外であってもよい。

[0092] 筒状組紐13は、その軸方向と角度 θ で交差する複数の第1の繊維束11と、同軸方向と角度 $-\theta$ で交差する第2の繊維束12とにより構成されている。この筒状組紐13を扁平にしたり、又は筒状組紐13をその軸方向に沿って切り開いてシート状にしたりして、繊維基材が形成される。このときの角度 θ は、 30° や 45° 以外に、 $0^\circ < \theta < 30^\circ$ 、 $30^\circ < \theta < 45^\circ$ 、 $45^\circ < \theta < 90^\circ$ としてもよい。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 は 30° 又は 45° が好まし

い。

[0093] 第1の繊維束11が筒状組紐13の軸方向と角度 θ で交差し、第2の繊維束12が筒状組紐13の軸方向と角度 $-\theta$ で交差する繊維基材10、20では、次の条件を満たせば、強化繊維束14と補助糸15とを自由に組み合わせることができる。その条件は、強化繊維束14同士の交差部17bが存在する場合、交差部17bでは、第1の繊維束11を構成するいずれの強化繊維束14も、強化繊維からなる第2の繊維束12に対して同じ側に配置されている、ことである。従って、強化繊維束14と補助糸15とを交互に配列する構成に代えて、1本の強化繊維束14と複数の補助糸15からなる組とを交互に配列したり、第1の繊維束11及び第2の繊維束12のいずれか一方を全て補助糸15により構成したりしてもよい。しかしながら、これらの場合、強化繊維束14が少なくなり、繊維基材10の強度が弱くなる。

[0094] 第1の繊維束11が筒状組紐13の軸方向と角度 θ で交差し、第2の繊維束12が筒状組紐13の軸方向と平行である繊維基材30においても、同様の条件を満たせば、強化繊維束14と補助糸15とを自由に組み合わせることができる。即ち、強化繊維束14により構成された第1の繊維束11が強化繊維束14により構成された第2の繊維束12に対して同じ側に配置されていれば、強化繊維束14と補助糸15とを自由に組み合わせることができる。但し、第1の繊維束11は、少なくとも1本の強化繊維束14と、少なくとも1本の補助糸15とにより構成する必要がある。

[0095] 筒状組紐13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13を切り開く方向は、筒状組紐13の軸方向に限られない。図13(a)に示すように、第1の繊維束11の全てが強化繊維束14により構成され、第2の繊維束12の全てが補助糸15により構成され、第1の繊維束11が筒状組紐13の軸方向と角度 45° で交差し、第2の繊維束12が筒状組紐13の軸方向と角度 -45° で交差する筒状組紐13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、強化繊維束14が、筒状組紐13を切り開く方向を示す2点鎖線に対して+

90°を成すように配列されている。また、図13(b)に示すように、第1の繊維束11が全て強化繊維束14により構成され、第2の繊維束12が全て補助糸15により構成され、第1の繊維束11が筒状組紐13の軸方向と角度60°で交差し、第2の繊維束12が筒状組紐13の軸方向と角度-60°で交差する筒状組紐13を、第2の繊維束12に沿って切り開いてもよい。この場合、強化繊維束14は、筒状組紐13を切り開く方向を示す2点鎖線に対して+120°をなしている。

[0096] 筒状組紐13を切り開く方向は、第2の繊維束12（補助糸15）の配列方向に限られない。例えば、図13(c)に示すように、第1の繊維束11が全て強化繊維束14により構成され、第2の繊維束12が全て補助糸15により構成され、第1の繊維束11が筒状組紐13の軸方向と角度60°で交差し、第2の繊維束12が筒状組紐13の軸方向と角度-60°で交差する筒状組紐13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、強化繊維束14は、筒状組紐13を切り開く方向を示す2点鎖線に対して+45°をなしている。筒状組紐13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。

[0097] 繊維基材は、筒状組紐13を扁平にして形成されたものに限らず、例えば、筒状、波状、ジグザグ状に屈曲していてもよい。

[0098] 強化繊維束14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。

[0099] 第1の繊維束11又は第2の繊維束12を構成する強化繊維束14として、異なる強化繊維束14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。

[0100] 補助糸 15 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 15 を構成する有機繊維として、複合材料 16 のマトリックス樹脂となる熱硬化性樹脂の硬化温度で溶融しないものが好ましい。補助糸 15 として、炭素繊維、ガラス繊維、セラミック繊維等の無機繊維、又は、アラミド繊維等の高強度、高弾性率の有機繊維等を用いてもよく、強化繊維束 14 と補助糸 15 とが同じ繊維であってもよい。その場合、補助糸 15 の目付けは、強化繊維束 14 のそれに対して 2 割以下であればよい。

[0101] 複合材料 16 において、機械的強度が疑似等方性となるように強化繊維を配列する必要はない。2 軸方向に強化繊維束 14 が配列された繊維基材 10 だけを強化材として、複合材料 16 を製造してもよい。

[0102] 複合材料 16 は、繊維基材 10 を他の織物基材と共に成形型内に積層し、成形型内の積層物にマトリックス樹脂を含浸し、樹脂を硬化させて製造される。この場合、繊維基材 10 及び他の織物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を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 に予め樹脂を含浸させたプリプレグを成形型で加圧加熱して、複合材料 16 を製造してもよい。

[0103] 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、強化繊維束 14 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。

[0104] 複合材料 16 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 16 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も優れている。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、ポリアミドが良い。

[0105] 筒状繊維組織は、丸打組紐機や三次元ブレーダーに限らず、例えば、特開平5-4013号公報に開示された円筒織機を用いて製造することができる。この円筒織機によれば、周方向糸供給部が、第1の繊維束11の本数に応じて設けられている。また、半径方向糸が巻かれたボビンを有するボビンホルダが、第2の繊維束12の本数に応じて設けられている。両固定盤間には、円筒状の芯金が固定されている。各ボビンホルダには、ボビンが装着されている。ボビンから繰り出された半径方向糸の端部は、一方の固定盤に固定されて、放射状に配置されている。周方向糸ボビンから繰り出された周方向糸の端部は、一方の固定盤に固定されている。そして、一方の固定盤を上昇させつつ、周方向糸及び半径方向糸が、螺旋状に繰り返し巻き付けられる。周方向糸は、半径方向糸とは逆方向に巻き付けられる。

請求の範囲

- [請求項1] 組紐組織を有する筒状繊維組織からなる繊維基材であって、
- 前記組紐組織は、前記筒状繊維組織の軸方向と角度 θ で交差する複数の第1の繊維束と、前記第1の繊維束に対して交差する複数の第2の繊維束とにより構成され、前記繊維基材は、
- 前記第1の繊維束又は前記第2の繊維束の少なくとも一部を構成する強化繊維からなる強化繊維束と、
- 補助糸の目付けが前記強化繊維束の目付けの2割以下である前記補助糸とを含み、
- 前記筒状繊維組織の軸方向と交差する前記強化繊維束が存在し、かつ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、前記第1の繊維束を構成するいずれの強化繊維束も、強化繊維からなる前記第2の繊維束に対して同じ側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、
- 前記繊維基材は、前記筒状繊維組織を扁平にして形成されていることを特徴とする繊維基材。
- [請求項3] 組紐組織を有する筒状繊維組織をその軸方向に沿って切り開いてシート状に形成した繊維基材であって、
- 前記組紐組織は、前記筒状繊維組織の軸方向と角度 θ で交差する複数の第1の繊維束と、前記第1の繊維束に対して交差する複数の第2の繊維束とにより構成され、前記繊維基材は、
- 前記第1の繊維束又は前記第2の繊維束の少なくとも一部を構成する強化繊維からなる強化繊維束と、
- 補助糸の目付けが前記強化繊維束の目付けの2割以下である前記補助糸とを含み、
- 前記筒状繊維組織の軸方向と交差する前記強化繊維束が存在し、か

つ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、前記第 1 の繊維束を構成するいずれの強化繊維束も、強化繊維からなる前記第 2 の繊維束に対して同じ側に配置されていることを特徴とする繊維基材。

[請求項4] 互いに平行である複数の第 1 の繊維束と、互いに平行でありかつ前記第 1 の繊維束と角度 θ で交差する複数の第 2 の繊維束とにより構成された組紐組織を有する繊維基材であって、

前記第 1 及び第 2 の繊維束のそれぞれは、強化繊維からなる強化繊維束と、補助糸の目付けが前記強化繊維束の目付けの 2 割以下である補助糸とを含み、

前記繊維基材には、前記強化繊維束同士が交差する交差部が存在し、

前記第 1 の繊維束を構成するいずれの強化繊維束も、強化繊維からなる前記第 2 の繊維束に対して同じ側に配置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 1 及び第 2 の繊維束のいずれか一方が前記強化繊維により構成された前記強化繊維束であり、他方が前記補助糸であることを特徴とする繊維基材。

[請求項6] 請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の繊維基材において、

前記第 1 及び第 2 の繊維束のそれぞれでは、前記強化繊維により構成された前記強化繊維束と、前記補助糸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7] 請求項 1 ～ 3、5、6 のいずれか一項に記載の繊維基材において、

前記第 1 の繊維束は、前記筒状繊維組織の軸方向に対して角度 θ で交差し、

前記第 2 の繊維束は、前記筒状繊維組織の軸方向に対して角度 $-\theta$

で交差することを特徴とする繊維基材。

- [請求項8] 請求項1～3、5、6のいずれか1項に記載の繊維基材において、
前記第2の繊維束は、前記筒状繊維組織の軸方向と平行に延びており、
前記第2の繊維束のうち特定の繊維束は、前記第1の繊維束のうちの特定の繊維束に対して一方の側で交差し、
前記第2の繊維束のうちの残りの繊維束は、前記第1の繊維束のうちの残りの繊維束に対して他方の側で交差することを特徴とする繊維基材。

- [請求項9] 組紐組織を有する筒状繊維組織からなる繊維基材であって、
前記組紐組織は、前記筒状繊維組織の軸方向と角度 θ で交差する複数の第1の繊維束と、前記筒状繊維組織の軸方向と平行である複数の第2の繊維束とにより構成され、
前記第2の繊維束は、強化繊維からなる強化繊維束と、補助糸の目付けが前記強化繊維束の目付けの2割以下である補助糸とにより構成され、前記強化繊維束及び前記補助糸は交互に配列されるか、又は1本の前記強化繊維束と隣り合う複数の前記補助糸の組とが交互に配列され、
前記第1の繊維束は、隣り合う複数の前記強化繊維束の組と1本の前記補助糸とを交互に配列させて構成され、前記第1の繊維束を構成する強化繊維束は、前記強化繊維束により構成された第2の繊維束に対して前記筒状繊維組織の外側又は内側で交差し、前記補助糸は、前記強化繊維束により構成された第2の繊維束に対して他方の側で交差することを特徴とする繊維基材。

- [請求項10] 組紐組織を有する筒状繊維組織をその軸方向に沿って切り開いてシート状に形成した繊維基材であって、
前記組紐組織は、前記筒状繊維組織の軸方向と角度 θ で交差する複数の第1の繊維束と、前記筒状繊維組織の軸方向と平行である複数の

第2の繊維束とにより構成され、

前記第2の繊維束は、強化繊維からなる強化繊維束と、補助糸の目付けが前記強化繊維束の目付けの2割以下である補助糸とにより構成され、前記強化繊維束及び前記補助糸は交互に配列されるか、又は1本の前記強化繊維束と隣り合う複数の前記補助糸の組とが交互に配列され、

前記第1の繊維束は、隣り合う複数の前記強化繊維束の組と1本の前記補助糸とを交互に配列させて構成され、前記第1の繊維束を構成する強化繊維束は、前記強化繊維束により構成された第2の繊維束に対して前記筒状繊維組織の外側又は内側で交差し、前記補助糸は、前記強化繊維束により構成された第2の繊維束に対して他方の側で交差す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、

前記角度 θ は 45° であ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13] 請求項1～12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14] 請求項1～12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。

補正された請求の範囲
[2011年10月26日(26.10.2011)国際事務局受理]

- [請求項 1] 組紐組織を有する筒状繊維組織からなる繊維基材であって、
前記組紐組織は、前記筒状繊維組織の軸方向と角度 θ で交差する複数の第 1 の繊維束と、前記第 1 の繊維束に対して交差する複数の第 2 の繊維束とにより構成され、前記繊維基材は、
前記第 1 の繊維束又は前記第 2 の繊維束の少なくとも一部を構成する強化繊維からなる強化繊維束と、
補助系の目付けが前記強化繊維束の目付けの 2 割以下である前記補助系とを含み、
前記筒状繊維組織の軸方向と交差する前記強化繊維束が存在し、かつ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、前記第 1 の繊維束を構成するいずれの強化繊維束も、強化繊維からなる前記第 2 の繊維束に対して同じ側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、
前記繊維基材は、前記筒状繊維組織を扁平にして形成されていることを特徴とする繊維基材。
- [請求項 3] (補正後) 請求項 1 又は 2 に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が前記強化繊維により構成された前記強化繊維束であり、他方が前記補助系であることを特徴とする繊維基材。
- [請求項 4] (補正後) 請求項 1 又は 2 に記載の繊維基材において、
前記第 1 及び第 2 の繊維束のそれぞれでは、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 5] (補正後) 請求項 1 ～ 4 のいずれか一項に記載の繊維基材において、
前記第 1 の繊維束は、前記筒状繊維組織の軸方向に対して角度 θ で交差し、
前記第 2 の繊維束は、前記筒状繊維組織の軸方向に対して角度 $-\theta$

で交差することを特徴とする繊維基材。

[請求項 6] (補正後) 請求項 1～4 のいずれか 1 項に記載の繊維基材において、

前記第 2 の繊維束は、前記筒状繊維組織の軸方向と平行に延びており、

前記第 2 の繊維束のうち特定の繊維束は、前記第 1 の繊維束のうちの特定の繊維束に対して一方の側で交差し、

前記第 2 の繊維束のうちの残りの繊維束は、前記第 1 の繊維束のうちの残りの繊維束に対して他方の側で交差することを特徴とする繊維基材。

[請求項 7] (補正後) 請求項 1～6 のいずれか一項に記載の繊維基材において、

前記角度 θ は 45° であることを特徴とする繊維基材。

[請求項 8] (補正後) 請求項 1～7 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 9] (補正後) 請求項 1～8 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 10] (補正後) 請求項 1～8 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。

[請求項 11] (補正後) 組紐組織を有する筒状繊維組織からなる繊維基材であって、

前記組紐組織は、前記筒状繊維組織の軸方向と角度 θ で交差する複数の第 1 の繊維束と、前記筒状繊維組織の軸方向と平行である複数の第 2 の繊維束とにより構成され、

前記第 2 の繊維束は、強化繊維からなる強化繊維束と、補助糸の目付けが前記強化繊維束の目付けの 2 割以下である補助糸とにより構成され、前記強化繊維束及び前記補助糸は交互に配列されるか、又は 1 本の前記強化繊維束と隣り合う複数の前記補助糸の組とが交互に配列され、

前記第 1 の繊維束は、隣り合う複数の前記強化繊維束の組と 1 本の前記補助糸とを交互に配列させて構成され、前記第 1 の繊維束を構成する強化繊維束は、前記強化繊維束により構成された第 2 の繊維束に

対して前記筒状繊維組織の外側又は内側で交差し、前記補助系は、前記強化繊維束により構成された第2の繊維束に対して他方の側で交差することを特徴とする繊維基材。

[請求項 12] (補正後) 組紐組織を有する筒状繊維組織をその軸方向に沿って切り開いてシート状に形成した繊維基材であって、

前記組紐組織は、前記筒状繊維組織の軸方向と角度 θ で交差する複数の第1の繊維束と、前記筒状繊維組織の軸方向と平行である複数の第2の繊維束とにより構成され、

前記第2の繊維束は、強化繊維からなる強化繊維束と、補助系の目付けが前記強化繊維束の目付けの2割以下である補助系とにより構成され、前記強化繊維束及び前記補助系は交互に配列されるか、又は1本の前記強化繊維束と隣り合う複数の前記補助系の組とが交互に配列され、

前記第1の繊維束は、隣り合う複数の前記強化繊維束の組と1本の前記補助系とを交互に配列させて構成され、前記第1の繊維束を構成する強化繊維束は、前記強化繊維束により構成された第2の繊維束に対して前記筒状繊維組織の外側又は内側で交差し、前記補助系は、前記強化繊維束により構成された第2の繊維束に対して他方の側で交差することを特徴とする繊維基材。

[請求項 13] (補正後) 組紐組織を有する筒状繊維組織をその軸方向に沿って切り開いてシート状に形成した繊維基材であって、

前記組紐組織は、前記筒状繊維組織の軸方向と角度 θ で交差する複数の第1の繊維束と、前記第1の繊維束に対して交差する複数の第2の繊維束とにより構成され、前記繊維基材は、

前記第1の繊維束又は前記第2の繊維束の少なくとも一部を構成する強化繊維からなる強化繊維束と、

補助系の目付けが前記強化繊維束の目付けの2割以下である前記補助系とを含み、

前記筒状繊維組織の軸方向と交差する前記強化繊維束が存在し、かつ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、前記第 1 の繊維束を構成するいずれの強化繊維束も、強化繊維からなる前記第 2 の繊維束に対して同じ側に配置されていることを特徴とする繊維基材。

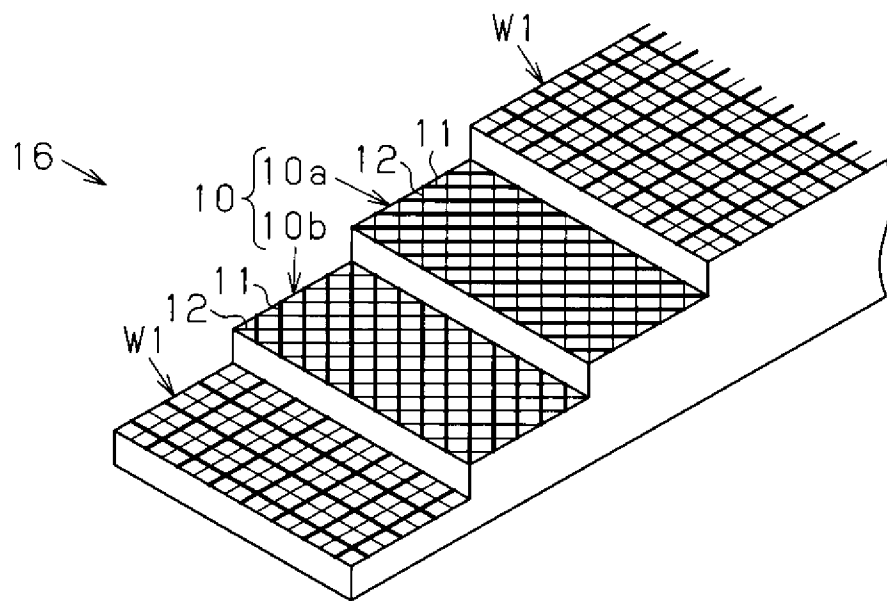
[請求項 14] (補正後) 互いに平行である複数の第 1 の繊維束と、互いに平行でありかつ前記第 1 の繊維束と角度 θ で交差する複数の第 2 の繊維束とにより構成された組紐組織を有する繊維基材であって、

前記第 1 及び第 2 の繊維束のそれぞれは、強化繊維からなる強化繊維束と、補助糸の目付けが前記強化繊維束の目付けの 2 割以下である補助糸とを含み、

前記繊維基材には、前記強化繊維束同士が交差する交差部が存在し、

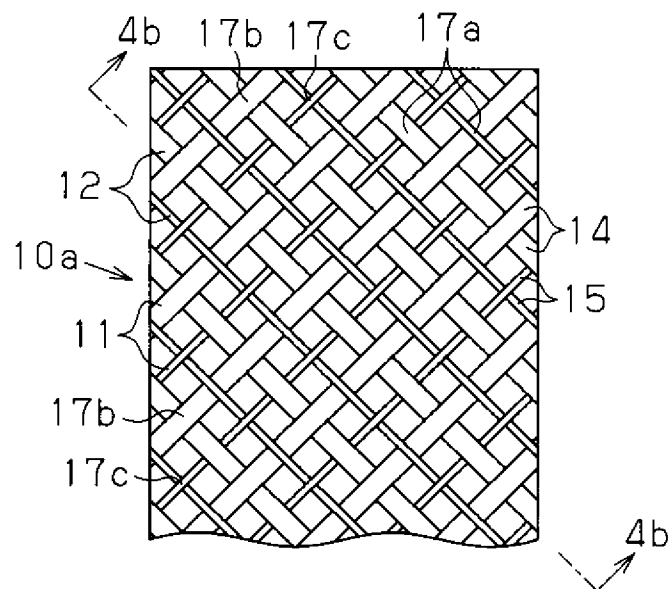
前記第 1 の繊維束を構成するいずれの強化繊維束も、強化繊維からなる前記第 2 の繊維束に対して同じ側に配置されていることを特徴とする繊維基材。

[図3]

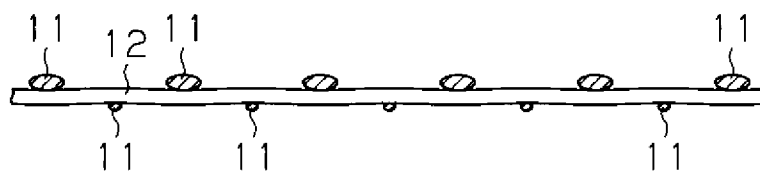


[図4]

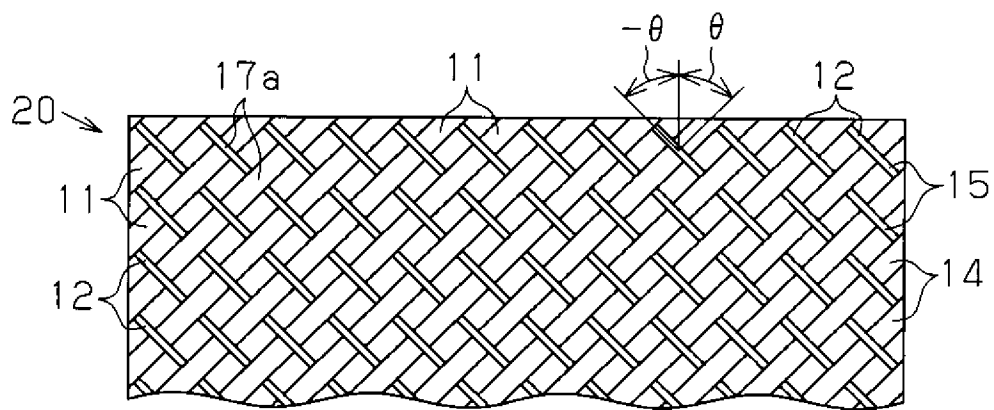
(a)



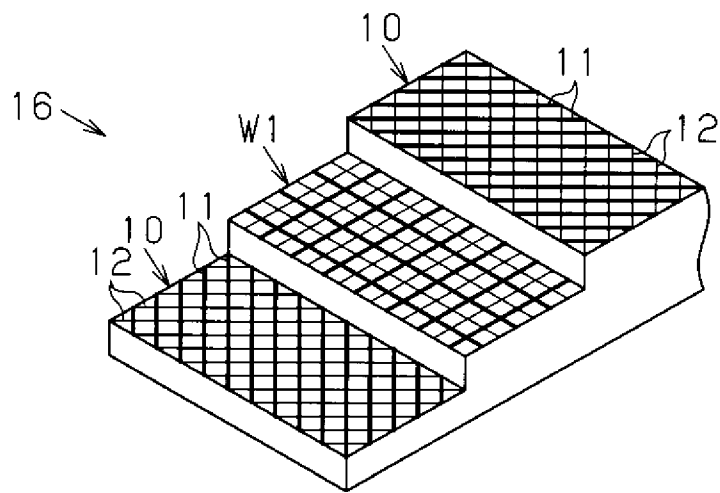
(b)



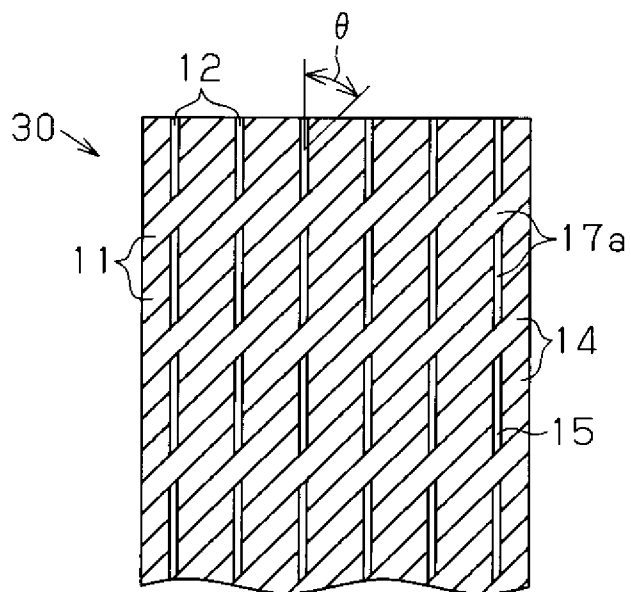
[図5]



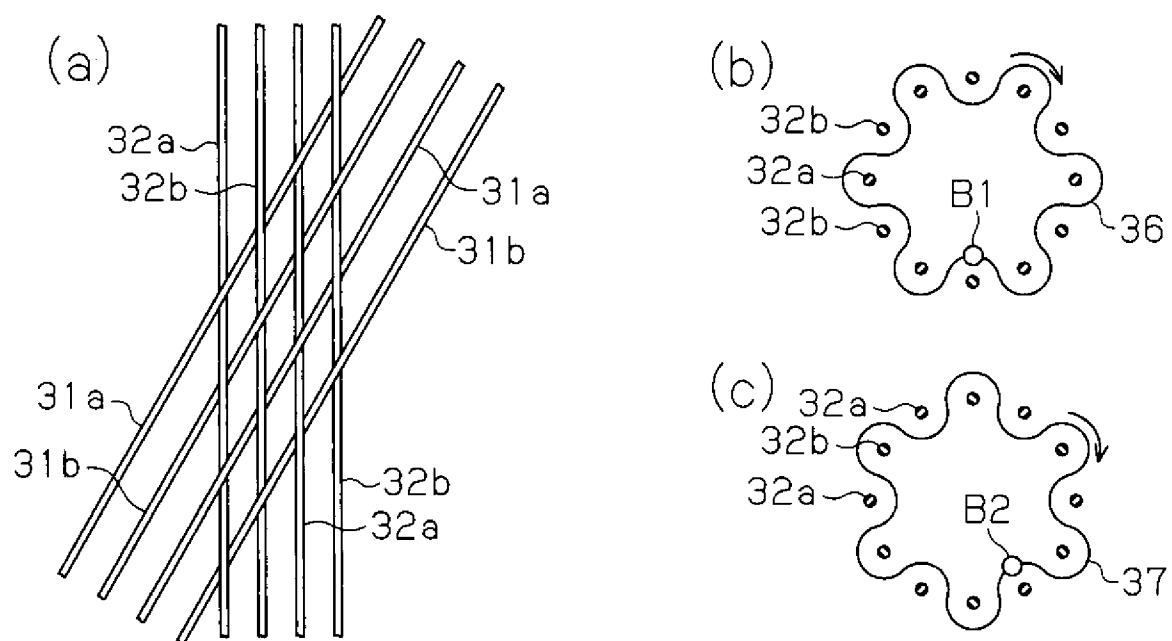
[図6]



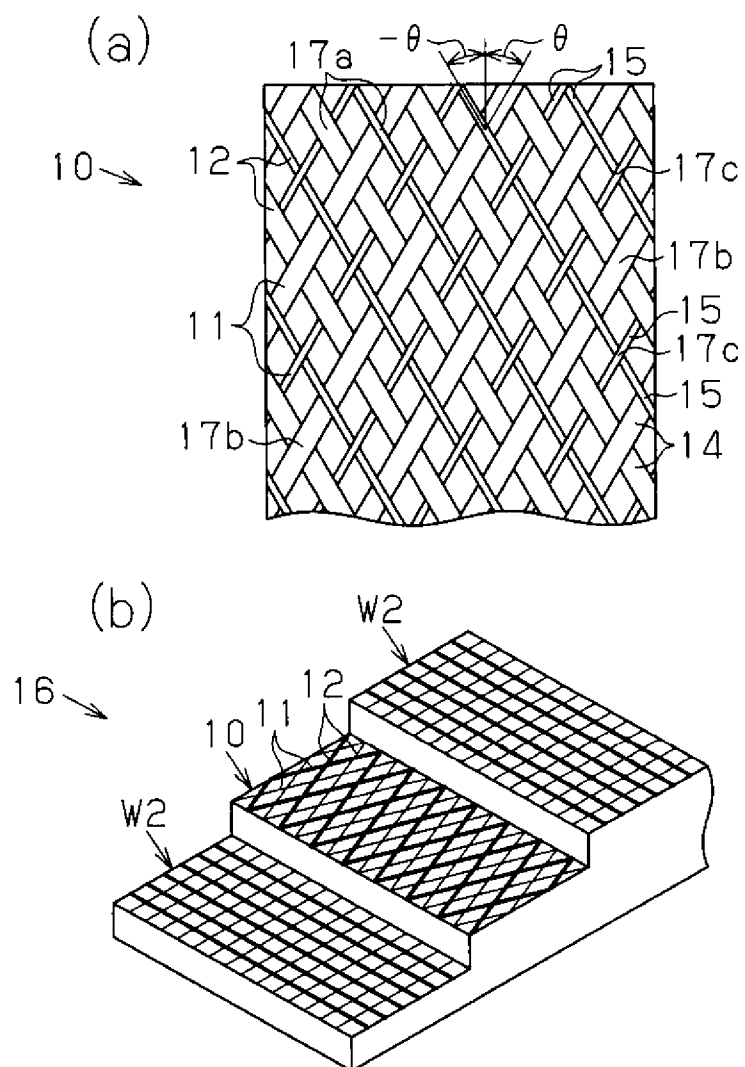
[図7]



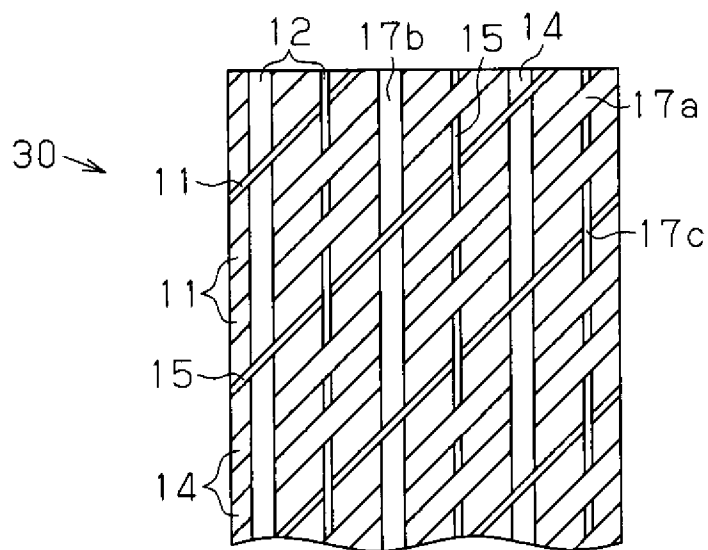
[図8]



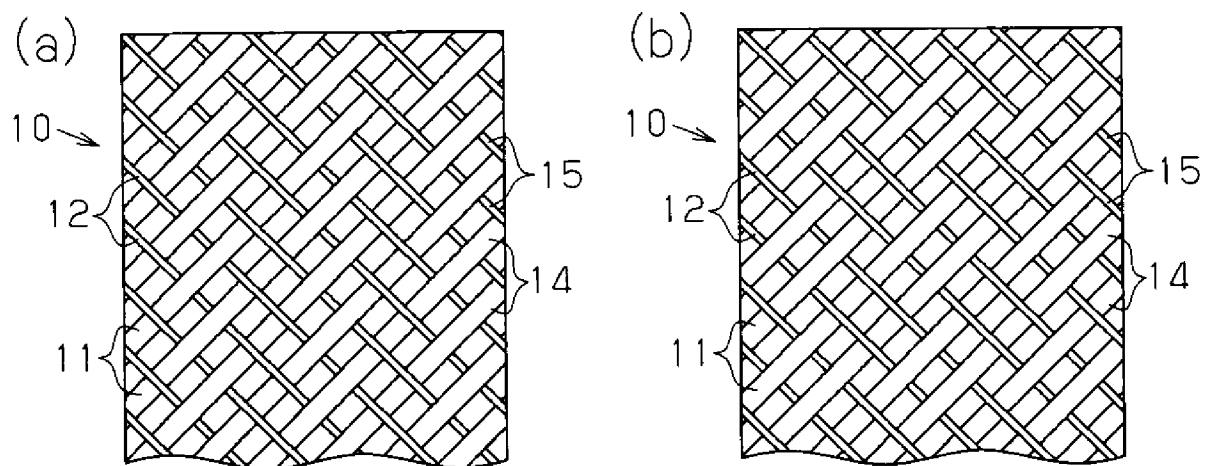
[図9]



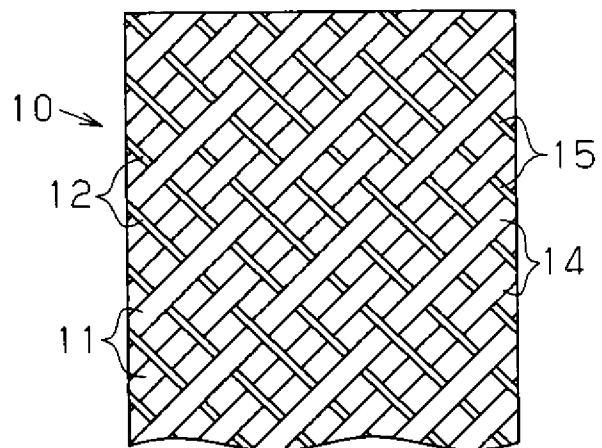
[図10]



[図11]

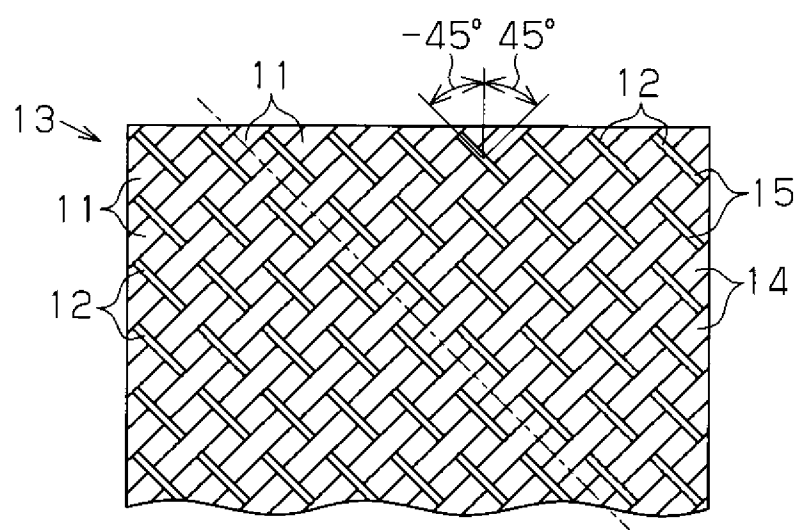


[図12]

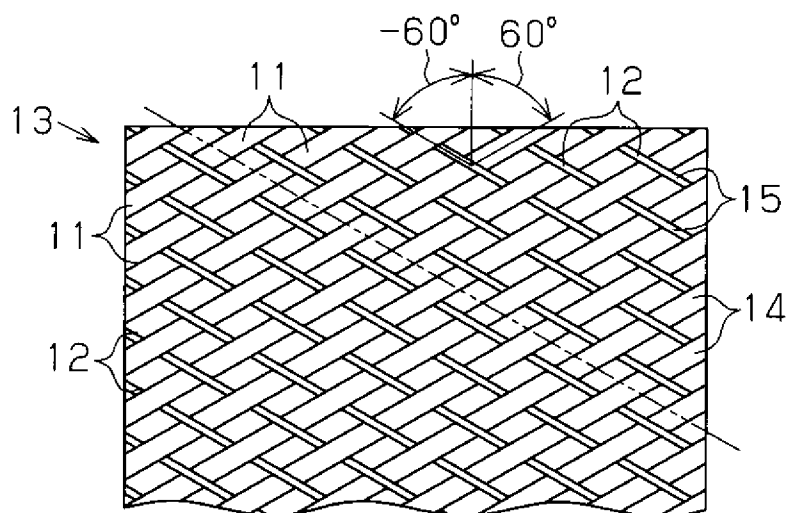


[図13]

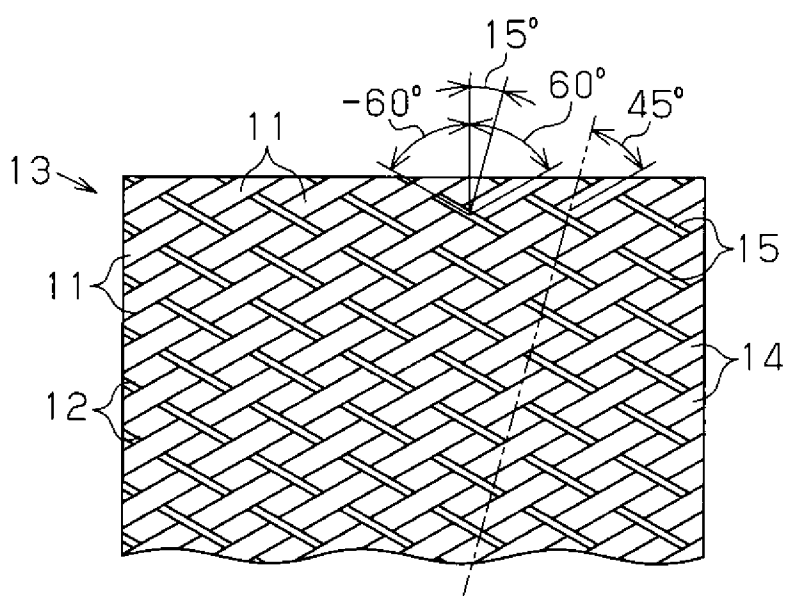
(a)



(b)



(c)



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2011/064277

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	1-4, 6, 7, 11-14 5, 8-10
A	JP 10-168699 A (Toshiba Corp.), 23 June 1998 (23.06.1998), claims; drawings (Family: none)	1-14

☒ 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/JP2011/064277

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)	1-14
A	JP 8-1817 A (Nitto Boseki Co., Ltd.), 09 January 1996 (09.01.1996), claims; drawings (Family: none)	1-14

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, 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	1-4, 6, 7, 11-14
A	& 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	5, 8-10

☒ 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 4
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 4
A	JP 8-1817 A (日東紡績株式会社) 1996.01.09, 特許請求の範囲, 図面 (ファミリーなし)	1 - 1 4