(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
2014 年 2 月 27 日(27.02.2014)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2014/030633 A1

(51) 国際特許分類:
C08J 5/04 (2006.01) *D03D 1/00* (2006.01)
B29C 70/10 (2006.01) *D04H 3/04* (2012.01)

(21) 国際出願番号: PCT/JP2013/072159

(22) 国際出願日: 2013 年 8 月 20 日(20.08.2013)

(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 2012-182550 2012 年 8 月 21 日(21.08.2012) JP

(71) 出願人: 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: 辻 良平 (TSUJI, Ryohei); 〒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). 安江 雅彦 (YASUE, Masahiko); 〒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). 都築 誠 (TSUZUKI, Makoto); 〒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). 神谷 隆太 (KAMIYA, Ryuta); 〒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). 久野 俊 (KUNO, Shun); 〒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 誠, 外 (ONDA, Makoto et al.); 〒5008731 岐阜県岐阜市大宮町二丁目１２番地１ Gifu (JP).

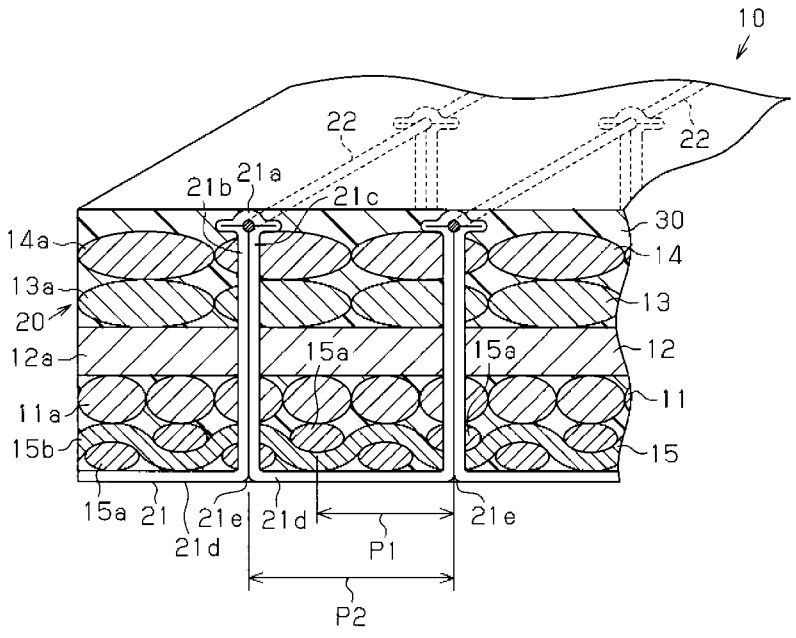
(81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, 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, RW, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

[続葉有]

(54) **Title**: THREE-DIMENSIONAL FIBER-REINFORCED COMPOSITE

(54) 発明の名称 : 三次元繊維強化複合材



(57) **Abstract**: This three-dimensional fiber-reinforced composite is provided with: a laminate having a plurality of fiber-bundle layers laminated in a laminating direction, the fiber-bundle layers including first and second outermost layer; a matrix resin; a retaining yarn; and a binding yarn. The binding yarn has a folded-back section folded back so as to pass through the outside of the retaining yarn in the laminating direction, a first traverse yarn section and a second traverse yarn section that are continuous with the folded-back section and extend in the laminating direction through inside the laminate, and a surface-layer yarn section that extends in a direction substantially orthogonal to the retaining yarn along the surface of the second outermost layer on the surface of the second outermost layer. The surface-layer yarn section has bifurcated sections extending in opposite directions from the first traverse yarn section and the second traverse yarn section on the surface of the second outermost layer. The laminate includes a holding layer positioned close to the bifurcated sections in the laminating direction.

(57) 要約:

[続葉有]

WO 2014/030633 A1

添付公開書類:

— 国際調査報告（条約第 21 条(3)）

三次元繊維強化複合材は、積層方向に積層された複数の繊維束層を有する積層体であって、繊維束層は第１及び第２の最外層を含む積層体と、マトリックス樹脂と、抜け止め糸と、結合糸と、を備える。前記結合糸は、前記抜け止め糸の積層方向の外側を通るように折り返される折り返し部と、折り返し部に連続し、積層体内を前記積層方向に延びる第１横断糸部及び第２横断糸部と、第２の最外層の表面で、該第２の最外層の表面に沿って抜け止め糸と略直交する方向へ延びる表層糸部と、を有する。表層糸部は、第２の最外層の表面で前記第１横断糸部及び第２横断糸部から相反する方向へ延びる二股部を有する。積層体は、積層方向において二股部の近くに位置する保持層を含む。

明　細　書

発明の名称 ： 三次元繊維強化複合材

技術分野

[0001] 本開示は、結合糸によって積層方向に結合された積層体にマトリックス樹脂を含浸させて形成される三次元繊維強化複合材に関する。

背景技術

[0002] 軽量かつ高強度の材料として三次元繊維強化複合材が使用されている。三次元繊維強化複合材は、マトリックス樹脂中に、複数の繊維束層を結合糸で結合して形成された積層体を有する。このため、三次元繊維強化複合材は、マトリックス樹脂のみを含む素材に比べて力学的特性（機械的特性）に優れるため、構造部品として好ましい。また、三次元繊維強化複合材は、二次元繊維強化複合材と比較して、結合糸によって積層方向における強度が向上している。

[0003] この種の三次元繊維強化複合材としては、例えば、特許文献１に開示されたものが挙げられる。図５に示すように、特許文献１の三次元繊維強化複合材８０は平板状の３次元織布８６を有し、この３次元織布８６は、複数のたて糸８１と複数のよこ糸８２とからなる面内方向糸８３と、面内方向糸８３の基準面に対して直交する複数の面外方向糸８４と、面外方向糸８４を固定する耳糸８５とから形成される。この３次元織布８６に樹脂が含浸され、樹脂が硬化されて三次元繊維強化複合材８０が形成されている。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２００７－１５２６７２号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] ところで、三次元繊維強化複合材８０において、面外方向糸８４を３次元織布８６に挿入して縫い進めていく際、面外方向糸８４は３次元織布８６の

面に沿う方向に引っ張られる。このため、面外方向糸８４が相反する方向に延びる部位（二股をなす部位）には、引っ張りによって大きな隙間が形成されてしまう。３次元織布８６に樹脂が含浸されると、その隙間に樹脂が残存して樹脂溜まり８７が形成される。この樹脂溜まり８７は、繊維を含まないため三次元繊維強化複合材８０の機械的強度が低い部位である。従って、樹脂溜まり８７を小さくすることが望まれている。

[0006] 本開示の目的は、二股部での樹脂溜まりを小さくすることができる三次元繊維強化複合材を提供することにある。

課題を解決するための手段

[0007] 前記の目的を達成するための三次元繊維強化複合材は、積層方向に積層された複数の繊維束層を有する積層体であって、前記繊維束層は第１及び第２の最外層を含む前記積層体と、前記積層体に含浸されたマトリックス樹脂と、前記第１の最外層の表面に沿って延びる抜け止め糸と、前記繊維束層を積層方向に結合する結合糸と、を備える。前記結合糸は、前記抜け止め糸の積層方向の外側を通るように折り返される折り返し部と、前記折り返し部に連続し、前記積層体内を前記積層方向に延びる第１横断糸部及び第２横断糸部と、前記第２の最外層の表面で、該第２の最外層の表面に沿って前記抜け止め糸と略直交する方向へ延びる表層糸部と、を有する。前記表層糸部は、前記第２の最外層の表面で前記第１横断糸部及び第２横断糸部から相反する方向へ延びる二股部を有する。前記積層体は、前記積層方向において前記二股部の近くに位置する保持層を含む。

[0008] 本構成においては、結合糸を積層体に縫い進めていく際、結合糸が積層体の面に沿う方向に引っ張られるが、保持層によって二股部の形状が保持され、二股部が広がることを抑制することができる。したがって、二股部にマトリックス樹脂が含浸されて樹脂溜まりが形成されても、保持層が無い場合と比べると樹脂溜まりの大きさを小さくすることができる。

[0009] また、前記保持層は、前記第２の最外層であってもよい。

[0010] これによれば、保持層を二股部に最も近づけることができ、結合糸が引っ

張られたときの二股部の広がりを効率良く抑制することができる。

[0011] また、前記保持層は、繊維束であるとともに互いに平行に配列された複数の第１の糸と、繊維束であるとともに互いに平行に配列され、かつ前記第１の糸と交差する方向に延びる複数の第２の糸とを備える織物であってもよい。

[0012] これによれば、保持層の第１の糸と第２の糸が互いに交錯することで、第１及び第２の糸により区画される間隔が広がることを抑制している。また、結合糸が引っ張られて保持層が引っ張られても、保持層では第１の糸と第２の糸との交錯部に摩擦抵抗が発生し、この摩擦抵抗によって保持層が広がりにくくなる。その結果、結合糸が引っ張られても、保持層によって二股部が広がることを抑制することができる。

[0013] また、複数の抜け止め糸が間隔をおいて互いに平行に延びるように配列されるとともに、前記折り返し部及びそれに連続する前記第１及び第２横断糸部の対が、複数の抜け止め糸の各々に対応して設けられ、前記第１の糸は、前記抜け止め糸と同じ方向に延びるとともに、該抜け止め糸と直交する方向に間隔をおいて配列され、前記積層体の面に沿う方向で、かつ前記抜け止め糸と直交する方向において、前記第１及び第２横断糸部の対は、前記第１の糸の配列間隔以上の間隔をおいて配列されていてもよい。

[0014] これによれば、保持層における第１の糸又は第２の糸同士のピッチが狭い程、単位面積当たりに存在する第１の糸と第２の糸との交錯部が増え、摩擦抵抗の生じる箇所が増える。したがって、結合糸が引っ張られても、保持層によって二股部の形状を保持し、二股部が広がることを抑制できる。

[0015] また、前記繊維束層、前記抜け止め糸、前記結合糸、及び前記保持層は、炭素繊維で形成されていてもよい。

[0016] これによれば、積層体としては炭素材料のみで形成される。したがって、炭素材料以外の材料が混在することによる三次元繊維強化複合材の強度低下を無くすことができる。

[0017] また、前記保持層は、朱子織り若しくは綾織りされた繊維により形成され

る層、又は不織布若しくは樹脂膜を含む層であってもよい。

図面の簡単な説明

[0018] [図1]実施形態の三次元繊維強化複合材の積層体を示す分解斜視図。

[図2]実施形態の三次元繊維強化複合材を示す斜視図。

[図3]図２の三次元繊維強化複合材を示す断面図。

[図4]積層体を圧縮する前の状態を示す断面図。

[図5]積層体を圧縮した状態を示す断面図。

[図6]背景技術を示す図。

発明を実施するための形態

[0019] 以下、三次元繊維強化複合材の一実施形態を図１～図５にしたがって説明する。

[0020] 図２及び図３に示すように、三次元繊維強化複合材１０は、積層体２０及びマトリックス樹脂３０を含む。積層体２０は、シート状をなす複数の繊維束層、すなわち第１～第４の強化繊維束層１１～１４と、保持層１５とを積層するとともに、それら第１～第４の強化繊維束層１１～１４と保持層１５とを、結合糸２１及び抜け止め糸２２を用いて結合することにより形成される。マトリックス樹脂３０は、積層体２０に樹脂を含浸させることにより形成されている。

[0021] 図１に示すように、第１～第４の強化繊維束層１１～１４は、各層において同じ方向に延びる複数本の第１～第４の強化繊維束１１ａ～１４ａを含む。なお、「強化繊維束」とは、第１～第４の強化繊維束層１１～１４を三次元繊維強化複合材１０の繊維基材として使用した際に、三次元繊維強化複合材１０のマトリックス樹脂３０を強化する役割を担う繊維束を意味する。そして、本実施形態では、強化繊維として炭素繊維が使用されている。以下の説明において、三次元繊維強化複合材１０の面に沿う方向のうち、三次元繊維強化複合材１０の一辺に沿う方向をＸ方向とし、このＸ方向に直交する方向をＹ方向とする。さらに、三次元繊維強化複合材１０において、Ｘ方向及びＹ方向に直交し、第１～第４の強化繊維束層１１～１４が積層された方向

を積層方向とする。

[0022] 図１に示すように、第１の強化繊維束層１１は、互いに平行に並べられるとともに真っ直ぐに延びる第１の強化繊維束１１ａにより形成されている。第１の強化繊維束１１ａは、扁平状の断面を有する。第１の強化繊維束１１ａは、三次元繊維強化複合材１０のＸ方向に対し９０度の角度をなして延びる。複数の第１の強化繊維束１１ａ同士は、それら第１の強化繊維束１１ａの配列方向に延びる補助糸１１ｂによって連結されている。

[0023] 第２の強化繊維束層１２は、互いに平行に並べられるとともに真っ直ぐに延びる第２の強化繊維束１２ａにより形成されている。第２の強化繊維束１２ａは扁平状の断面を有する。第２の強化繊維束１２ａは、三次元繊維強化複合材１０のＸ方向に延びる。複数の第２の強化繊維束１２ａ同士は、それら第２の強化繊維束１２ａの配列方向に延びる補助糸１２ｂによって連結されている。

[0024] 第３の強化繊維束層１３は、互いに平行に並べられるとともに真っ直ぐに延びる第３の強化繊維束１３ａにより形成されている。第３の強化繊維束１３ａは扁平状の断面を有する。第３の強化繊維束１３ａは、三次元繊維強化複合材１０のＸ方向に対し＋４５度の角度をなして延びる。複数の第３の強化繊維束１３ａ同士は、それら第３の強化繊維束１３ａの配列方向に延びる補助糸１３ｂによって連結されている。

[0025] 第４の強化繊維束層１４は、互いに平行に並べられるとともに真っ直ぐに延びる第４の強化繊維束１４ａにより形成されている。第４の強化繊維束１４ａは扁平状の断面を有する。第４の強化繊維束１４ａは、三次元繊維強化複合材１０のＸ方向に対し－４５度の角度をなして延びる。複数の第４の強化繊維束１４ａ同士は、それら第４の強化繊維束１４ａの配列方向に延びる補助糸１４ｂによって連結されている。

[0026] 保持層１５は、複数の経糸１５ａ（第１の糸）と、複数の緯糸１５ｂ（第２の糸）とを一本ずつ交互に織り合わせた平織りである。また、複数の経糸１５ａは、それぞれ繊維束からなり、互いに平行に並べられるとともにＹ方

向に延びる。複数の緯糸１５ｂもそれぞれ繊維束からなり、互いに平行に並べられるとともに、経糸１５ａと交差（直交）する方向（Ｘ方向）に延びる。経糸１５ａ及び緯糸１５ｂの繊維束は、炭素繊維によって形成されている。図３に示すように、隣り合う経糸１５ａ間の間隔をピッチＰ１とする。なお、本明細書において「隣り合う経糸１５ａ間の間隔（配列間隔又はピッチＰ１）」とは、一本の緯糸１５ｂの片側において隣り合う経糸１５ａ間の間隔を意味し、図３においては、一つおきに配置される経糸１５ａ間の間隔である。

[0027] 図２及び図３に示すように、積層体２０は、積層された第１～第４の強化繊維束層１１～１４及び保持層１５が複数の結合糸２１で積層方向に結合されて形成されている。積層体２０の積層方向の２つの最外層のうち、第１の最外層である第４の強化繊維束層１４の表面上には、複数の第１抜け止め糸２２がＹ方向に沿って互いに平行に延び、かつＸ方向に間隔を空けて設けられている。

[0028] 結合糸２１及び抜け止め糸２２は、炭素繊維で形成されている。複数の結合糸２１それぞれは、第２の最外層である保持層１５の表面から積層体２０内に挿入され、積層体２０を積層方向に貫通した後、第４の強化繊維束層１４の表面で抜け止め糸２２の積層方向の外側を通って折り返されている。さらに、結合糸２１は、第４の強化繊維束層１４の表面から積層体２０内に挿入され、積層体２０を積層方向に貫通した後、保持層１５の表面に引き出されている。保持層１５の表面に引き出された結合糸２１は、既に保持層１５に引き出されている結合糸２１とは相反する方向に向けて保持層１５の表面に沿って延びた後、再度、積層体２０内に挿入される。したがって、一本の結合糸２１は、第４の強化繊維束層１４の表面で繰り返し折り返され、保持層１５の表面では繰り返し挿入及び引出されている。よって、一本の結合糸２１は、積層体２０を複数箇所で結合している。

[0029] 図４に示すように、積層体２０に結合糸２１が通された状態において、結合糸２１は、抜け止め糸２２の積層方向の外側で折り返される部位である折

り返し部２１ａを含む。また、結合糸２１は、この折り返し部２１ａに連続し、かつ積層体２０内で積層方向に延びる部位である横断部を含む。この横断部は、抜け止め糸２２の両側から互いに平行に延びる第１横断糸部２１ｂ及び第２横断糸部２１ｃの対を含む。さらに、結合糸２１は、保持層１５の表面で抜け止め糸２２と直交する方向へ延びる部位である表層糸部２１ｄを含む。保持層１５の表面で第１及び第２横断糸部２１ｂ，２１ｃから互いに反対方向へ延びる表層糸部２１ｄの部分は二股部２１ｅを形成している。折り返し部２１ａ、第１横断糸部２１ｂ、第２横断糸部２１ｃ及び二股部２１ｅは、積層方向から見て各抜け止め糸２２と重なるように配置されるとともに、抜け止め糸２２と同様にＸ方向に沿って間隔を空けて配置されている。

[0030] 図３に示すように、積層体２０において、隣り合う横断部（すなわち、隣り合う第１及び第２横断糸部２１ｂ，２１ｃの対）の間の間隔、言い換えれば、隣り合う二股部２１ｅの中心の間の間隔であるピッチＰ２は、一定である。そして、ピッチＰ２は、経糸１５ａ間のピッチＰ１より広い。このため、隣り合う二股部２１ｅの間には、少なくとも一本の経糸１５ａが存在する。

[0031] 図４に示すように、積層体２０が形成された段階（マトリックス樹脂３０が含浸される前）での積層体２０の積層方向の厚さをｔとする。表層糸部２１ｄから保持層１５に向けて結合糸２１が曲がり始める位置を始端Ｅとする。また、保持層１５の表面において横断部から表層糸部２１ｄに結合糸２１が曲がり終えた位置を終端Ｆとする。そして、結合糸２１の始端Ｅから折り返し部２１ａの最外端Ｇまでの長さ、及び折り返し部２１ａの最外端Ｇから終端Ｆまでの長さをＬとする。さらに、折り返し部２１ａで弧状に延びる部位の半径をＲ１、始端Ｅ及び終端Ｆから保持層１５の表面に至るまでに弧状に延びる部位の半径をＲ２とする。この場合、結合糸２１の始端Ｅから終端Ｆまでの長さ２Ｌは、以下の式（１）で表される。

[0032] ２Ｌ＝２ｔ＋２πＲ１／２＋２πＲ２／２－２Ｒ２…式（１）

弧状に延びる部位は何れも同一の結合糸２１の部位なので、ほぼ同じ曲率

で曲げ変形される。よって、近似的にはＲ１＝Ｒ２＝Ｒである。この場合、式（１）は

２Ｌ＝２ｔ＋２Ｒ（π－１）

と変換される。π－１は、約２．１４であるため、式（２）が得られる。

[0033] Ｌ＝ｔ＋２．１４Ｒ…式（２）

したがって、長さＬを、積層体２０の厚さｔと、折り返し部２１ａ及び二股部２１ｅにおいて弧状に延びる部位の半径を２．１４倍した長さとの合計より長くすることで、結合糸２１は、積層体２０に対し弛みを持った状態で積層体２０に通すことができる。

[0034] 次に、三次元繊維強化複合材１０の製造方法の一例について説明する。

[0035] まず、積層体２０を製造する。保持層１５の上に、第１の強化繊維束層１１、第２の強化繊維束層１２、第３の強化繊維束層１３、及び第４の強化繊維束層１４を積層する。第４の強化繊維束層１４の表面に抜け止め糸２２を配設する。そして、結合糸２１を各層に直交する方向に通しながらＸ方向に縫い進めるとともに、抜け止め糸２２の積層方向の外側で折り返しながら各層を結合し、積層体２０を製造する。

[0036] 図４に示すように、積層体２０を形成した段階での積層体２０は、積層方向における厚さｔを有する。また、積層方向における結合糸２１の長さＬは、積層体２０の厚さｔに２．１４Ｒを加算した値より大きい。このため、折り返し部２１ａが弛んだ状態になっている。そして、積層体２０を、レジントランスファーモールディング（ＲＴＭ）法で用いられる成形金型内に収容し、積層体２０を積層方向に圧縮しながら、成形金型内に熱硬化性樹脂を注入して積層体２０の各強化繊維束層１１～１４、保持層１５、結合糸２１、及び抜け止め糸２２に含浸させる。その後、熱硬化性樹脂を加熱硬化させ、マトリックス樹脂３０を形成する。すると、マトリックス樹脂３０が、各強化繊維束層１１～１４、保持層１５、結合糸２１、及び抜け止め糸２２の周りで硬化し、三次元繊維強化複合材１０が形成される。

[0037] 図５に示すように、三次元繊維強化複合材１０における積層体２０の積層

方向の厚さｔ１は、マトリックス樹脂３０を形成する前の積層体２０の厚さｔより薄くなっている。また、三次元繊維強化複合材１０の製造時に積層体２０が圧縮されることで、結合糸２１の折り返し部２１ａは押し潰され、Ｘ方向に広げられている。同様に、二股部２１ｅも押し潰され、二股部２１ｅにより形成された隙間（窪み）が圧縮前に比べて狭くなっている。

[0038] 次に、三次元繊維強化複合材１０の作用を記載する。

[0039] 積層体２０において、二股部２１ｅに面する最外層は、平織りである保持層１５である。さらに、隣り合う横断部の間のピッチＰ２は、保持層１５における経糸１５ａ間のピッチＰ１より広くなっている。このため、積層体２０に結合糸２１を縫い進めていくとき、結合糸２１が積層体２０の面に沿う方向へ引っ張られても、保持層１５における経糸１５ａと緯糸１５ｂとの摩擦抵抗によって、二股部２１ｅが広がることが抑制される。

[0040] 上記実施形態によれば、以下のような効果を得ることができる。

[0041] （１）結合糸２１によって積層方向に結合された積層体２０において、結合糸２１の二股部２１ｅの近くに保持層１５を設け、結合糸２１によって保持層１５も第１～第４の強化繊維束層１１～１４に対して結合した。結合糸２１の二股部２１ｅは保持層１５の近くに位置して保持層１５によって保持されている。この保持層１５は自身の形状を保持可能に形成されている。したがって、結合糸２１を縫い進めて行く際に、結合糸２１が積層体２０の面に沿う方向へ引っ張られても、保持層１５の形状が保持されることによって二股部２１ｅの形状が保持され、二股部２１ｅが広がることが抑制される。その結果、二股部２１ｅにマトリックス樹脂３０が含浸されて樹脂溜まりが形成されても、保持層１５が無い場合よりは樹脂溜まりの大きさは小さくなり、三次元繊維強化複合材１０の繊維体積含有率を高くすることができる。よって、三次元繊維強化複合材１０の機械的強度の低下を防止することができる。

[0042] （２）保持層１５を、経糸１５ａと緯糸１５ｂとを平織りして形成された織物とした。このため、結合糸２１が引っ張られたとき、経糸１５ａと緯糸

１５ｂとの交錯部に発生する摩擦抵抗によって、二股部２１ｅの広がりを抑制することができる。

[0043] （３）保持層１５は、経糸１５ａと緯糸１５ｂとを平織して形成された織物である。このため、経糸１５ａ及び緯糸１５ｂは、経糸１５ａ及び緯糸１５ｂにより区画される間隔が広がることを抑制しているため、結合糸２１が引っ張られても、保持層１５自体が広がらず、二股部２１ｅが広がることを抑制することができる。

[0044] （４）隣り合う横断部の間のピッチＰ２を、経糸１５ａのピッチＰ１より広くした。このため、隣り合う横断部の間には、必ず少なくとも一本の経糸１５ａが存在する。各経糸１５ａは、緯糸１５ｂによって繊維束が解けることが防止されているため、結合糸２１が引っ張られても、経糸１５ａによって表層糸部２１ｄの移動は抑制され、二股部２１ｅが広がることを抑制することができる。そして、保持層１５における経糸１５ａのピッチＰ１が狭い程、単位面積当たりに存在する経糸１５ａと緯糸１５ｂとの交錯部が増え、摩擦抵抗の生じる箇所が増える。したがって、結合糸２１が引っ張られても、保持層１５によって二股部２１ｅの形状を確実に保持し、二股部２１ｅが広がることを抑制できる。なお、図３に示すように、第１及び第２横断糸部２１ｂ，２１ｃが経糸１５ａを貫通した場合には、保持層１５によって二股部２１ｅの形状をより確実に保持することができる。

[0045] （５）マトリックス樹脂３０を形成する前の積層体２０の厚さｔを、マトリックス樹脂３０を形成した後での積層体２０の厚さｔ１より厚くなるように、積層体２０を積層方向に圧縮して三次元繊維強化複合材１０を形成した。このため、積層体２０が圧縮されると結合糸２１は積層方向の長さが積層体２０の厚さｔよりさらに長くなり、積層体２０の最外層で弛んだ状態になる。積層体２０が圧縮されると、折り返し部２１ａ及び二股部２１ｅは押し潰され、二股部２１ｅにより形成される隙間が狭くなる。よって、二股部２１ｅの樹脂溜まりを小さくすることができる。

[0046] （６）保持層１５は、積層体２０の最も外側に配設されている。よって、

保持層１５は二股部２１ｅに一番近く、結合糸２１が引っ張られたときの二股部２１ｅの広がりを効率良く抑制することができる。

[0047] （７）第１～第４の強化繊維束層１１～１４、保持層１５、結合糸２１、及び抜け止め糸２２を炭素繊維で形成した。このため、積層体２０は炭素材料のみで形成される。したがって、炭素材料以外の材料が混在することによる三次元繊維強化複合材１０の強度低下を無くすことができる。

[0048] （８）保持層１５は平織りであるため、経糸１５ａと緯糸１５ｂとの交錯部が多数存在する。したがって、結合糸２１が引っ張られたとき、経糸１５ａと緯糸１５ｂとの交錯部に発生する摩擦抵抗も多数箇所で発生する。これにより、保持層１５の形状が保持され、二股部２１ｅの広がりを抑制することができる。

[0049] なお、上記実施形態は以下のように変更してもよい。

[0050] 結合糸２１、抜け止め糸２２、及び第１～第４の強化繊維束１１ａ～１４ａを構成する繊維は炭素繊維に限らない。各繊維は、例えば、三次元繊維強化複合材１０に要求される物性に応じて、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、及び超高分子量ポリエチレン繊維等から選択される高強度の有機繊維や、ガラス繊維及びセラミック繊維等から選択される無機繊維を使用してもよい。

[0051] 実施形態では、経糸１５ａを第１の糸とし、緯糸１５ｂを第２の糸としたが、経糸１５ａを第２の糸とし、緯糸１５ｂを第１の糸としてもよい。

[0052] 保持層１５をガラス繊維で形成してもよい。三次元繊維強化複合材１０がアルミニウム部材と接触して用いられた場合、積層体２０の最も外側に位置するとともにガラス繊維により形成された保持層１５によって電食を抑制することができる。

[0053] ピッチＰ２はピッチＰ１と同じであってもよい。

[0054] 保持層１５は、朱子織りや綾織りであってもよい。

[0055] 保持層１５は、不織布や樹脂膜で形成されていてもよい。

[0056] 実施形態では、積層体２０の最も外側に保持層１５を設けたが、積層体２

０の積層方向において抜け止め糸２２よりも二股部２１ｅの近くに位置しているのであれば、保持層１５は積層体２０の最外層よりも積層方向内側に設けられていてもよい。

[0057] 実施形態では、第１～第４の強化繊維束層１１～１４を補助糸１１ｂ～１４ｂでそれぞれ連結したが、これに限らない。例えば、第１～第４の強化繊維束層１１～１４の片面に設けた融着糸によって各強化繊維束１１ａ～１４ａを連結してもよい。また、第１～第４の強化繊維束層１１～１４において、各強化繊維束１１ａ～１４ａの軸方向の両端にピンを設け、このピンに連結糸を引っ掛けて各強化繊維束１１ａ～１４ａを連結してもよい。

[0058] 実施形態では、マトリックス樹脂３０として熱硬化性樹脂を用いたが、その他の種類の樹脂を用いてもよい。

[0059] 結合糸２１及び抜け止め糸２２は一本だけでもよい。

[0060] 積層体２０は、２層又は３層の強化繊維束層を有しても良いし、５層以上の強化繊維束層を有していてもよい。

[0061] 積層体２０とマトリックス樹脂３０とからなる三次元繊維強化複合材１０を製造する方法はＲＴＭ法に限らない。

請求の範囲

[請求項1] 積層方向に積層された複数の繊維束層を有する積層体であって、前記繊維束層は第１及び第２の最外層を含む前記積層体と、

前記積層体に含浸されたマトリックス樹脂と、

前記第１の最外層の表面に沿って延びる抜け止め糸と、

前記繊維束層を積層方向に結合する結合糸と、を備え、

前記結合糸は、

前記抜け止め糸の積層方向の外側を通るように折り返される折り返し部と、

前記折り返し部に連続し、前記積層体内を前記積層方向に延びる第１横断糸部及び第２横断糸部と、

前記第２の最外層の表面で、該第２の最外層の表面に沿って前記抜け止め糸と略直交する方向へ延びる表層糸部と、を有し、

前記表層糸部は、前記第２の最外層の表面で前記第１横断糸部及び第２横断糸部から相反する方向へ延びる二股部を有し、

前記積層体は、前記積層方向において前記二股部の近くに位置する保持層を含む三次元繊維強化複合材。

[請求項2] 前記保持層は、前記積層体の前記積層方向において抜け止め糸よりも二股部の近くに位置している請求項１に記載の三次元繊維強化複合材

[請求項3] 前記保持層は、前記第２の最外層である請求項１又は請求項２に記載の三次元繊維強化複合材。

[請求項4] 前記保持層は、繊維束であるとともに互いに平行に配列された複数の第１の糸と、繊維束であるとともに互いに平行に配列され、かつ前記第１の糸と交差する方向に延びる複数の第２の糸とを備える織物である請求項１～請求項３のうちいずれか一項に記載の三次元繊維強化複合材。

[請求項5] 複数の抜け止め糸が間隔をおいて互いに平行に延びるように配列さ

れるとともに、前記折り返し部及びそれに連続する前記第１及び第２横断糸部の対が、複数の抜け止め糸の各々に対応して設けられ、

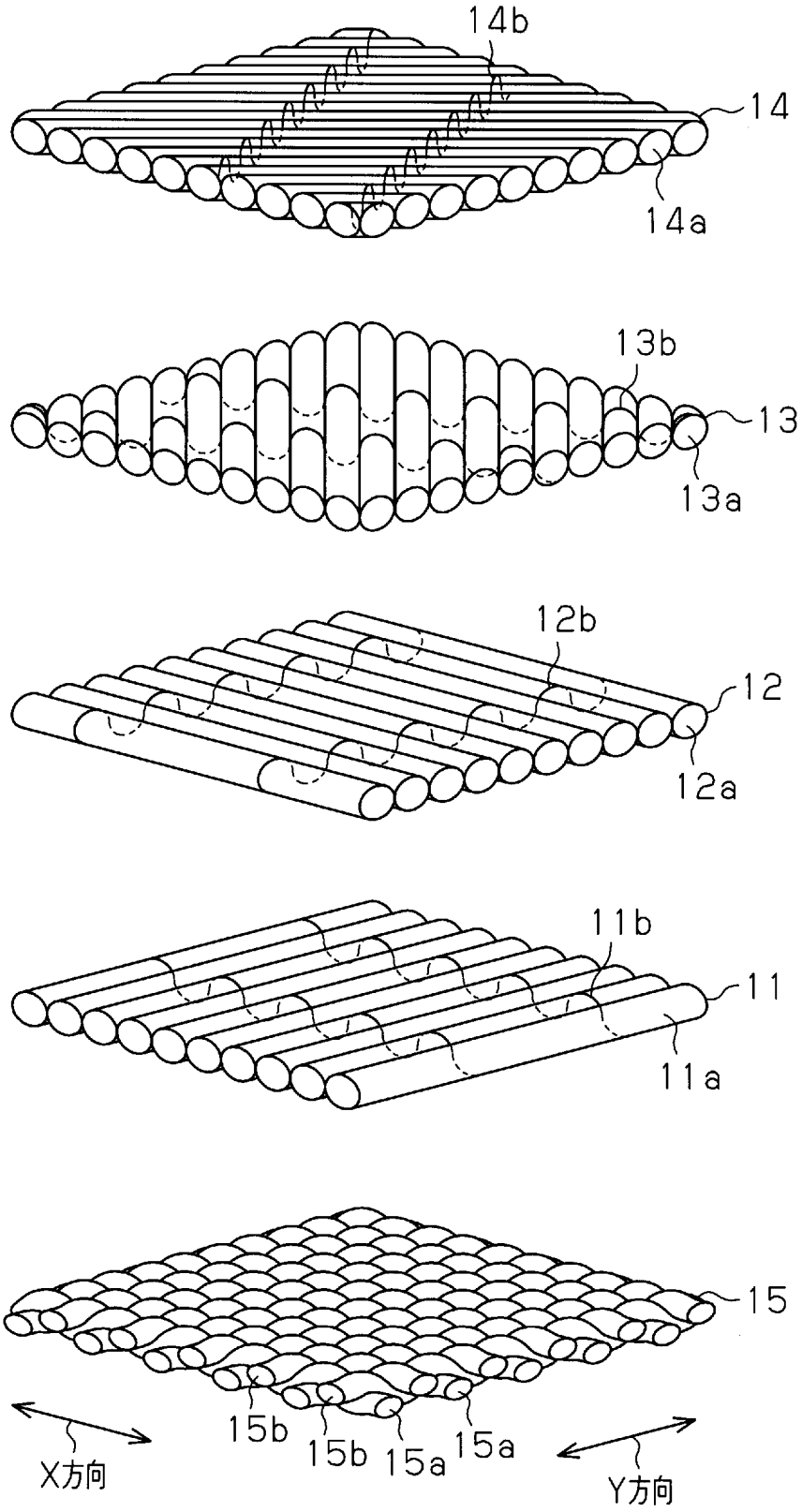
前記第１の糸は、前記抜け止め糸と同じ方向に延びるとともに、該抜け止め糸と直交する方向に間隔をおいて配列され、

前記積層体の面に沿う方向で、かつ前記抜け止め糸と直交する方向において、前記第１及び第２横断糸部の対は、前記第１の糸の配列間隔以上の間隔をおいて配列される請求項４に記載の三次元繊維強化複合材。

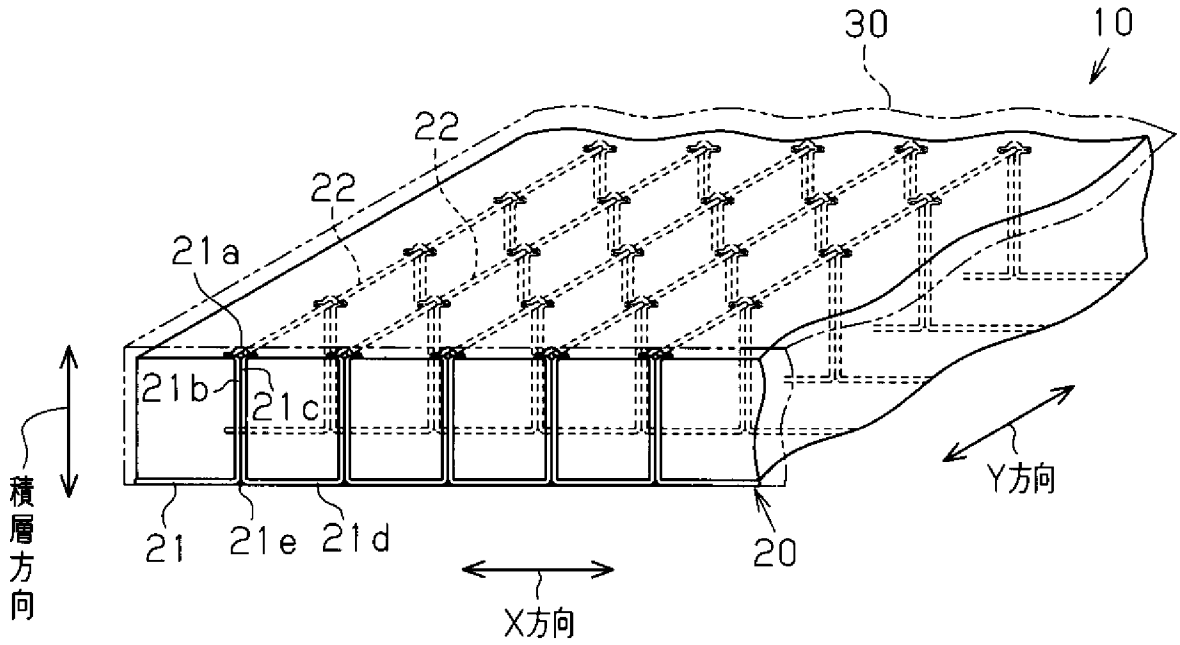
［請求項6］ 前記繊維束層、前記抜け止め糸、前記結合糸、及び前記保持層は、炭素繊維で形成されている請求項１～請求項５のうちいずれか一項に記載の三次元繊維強化複合材。

［請求項7］ 前記保持層は、朱子織り若しくは綾織りされた繊維により形成される層、又は不織布若しくは樹脂膜を含む層である請求項１～請求項３のうちいずれか一項に記載の三次元繊維強化複合材。

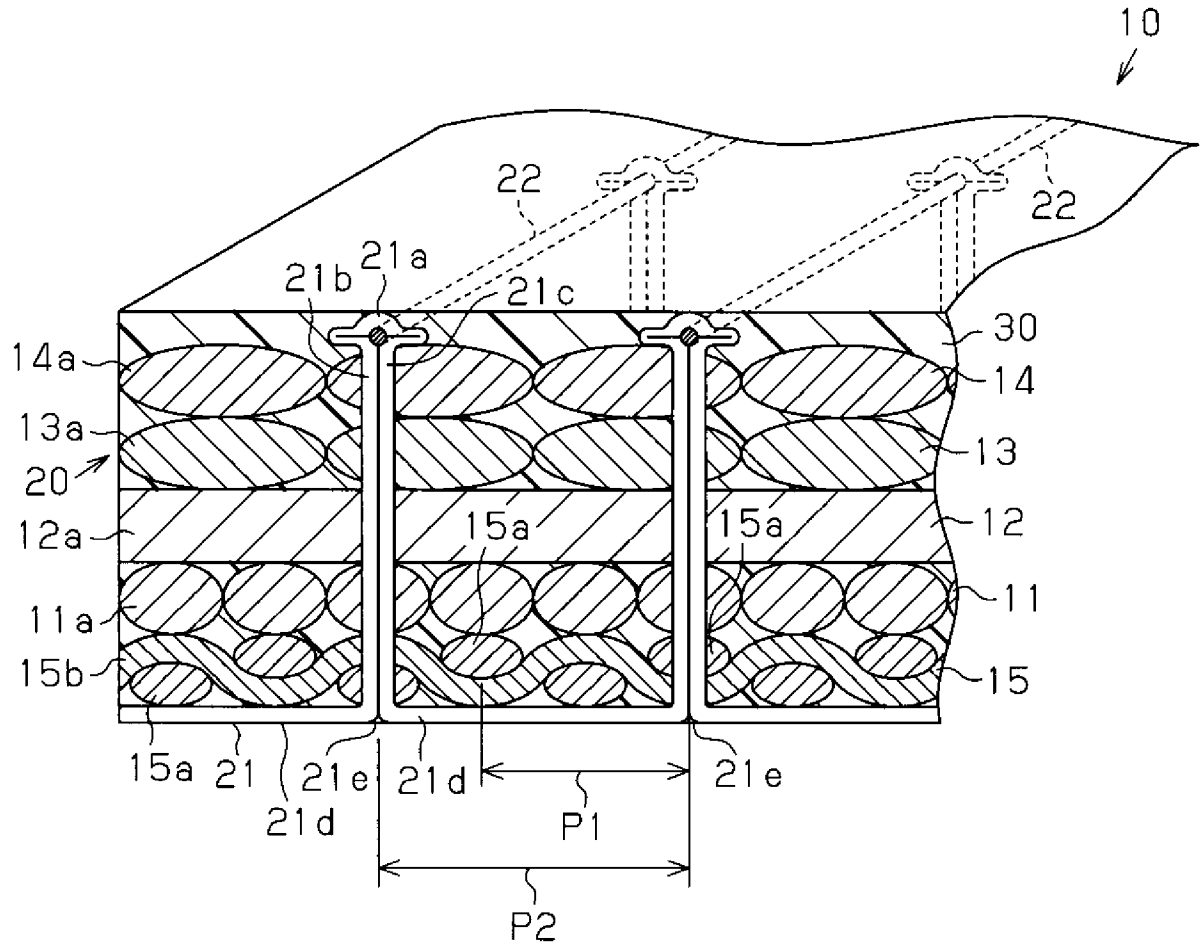
[図1]


14b
14
14a
13b
13
13a
12b
12
12a
11b
11
11a
15
15b
15b
15a
15a
X方向
Y方向

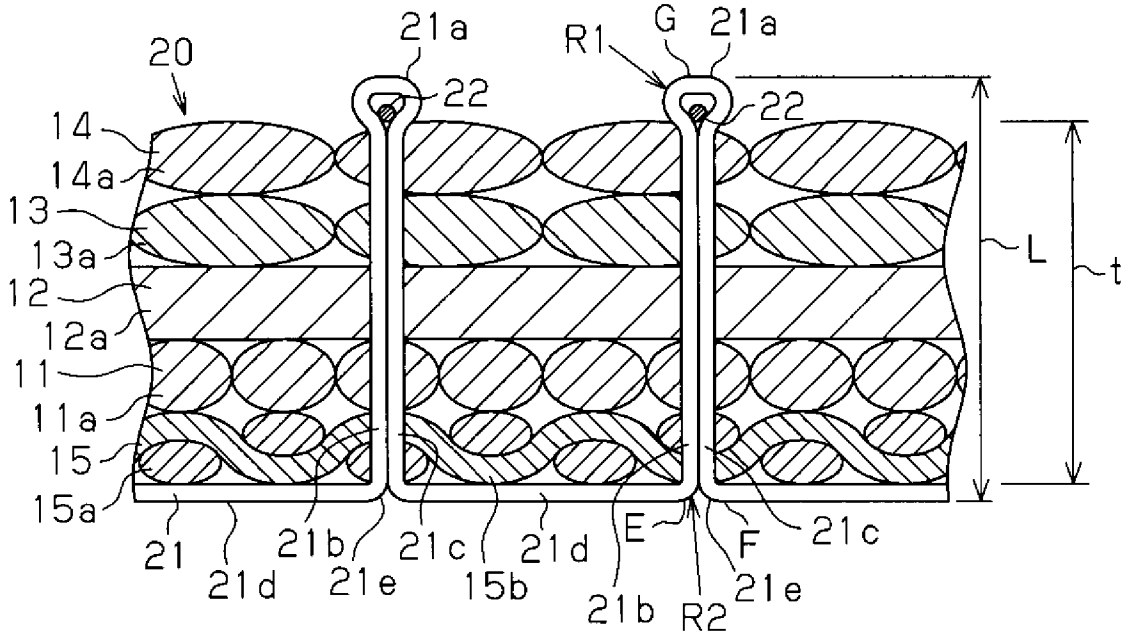
[図2]


30
10
22
22
21a
21b
21c
積層方向
Y方向
21
21e
21d
20
X方向

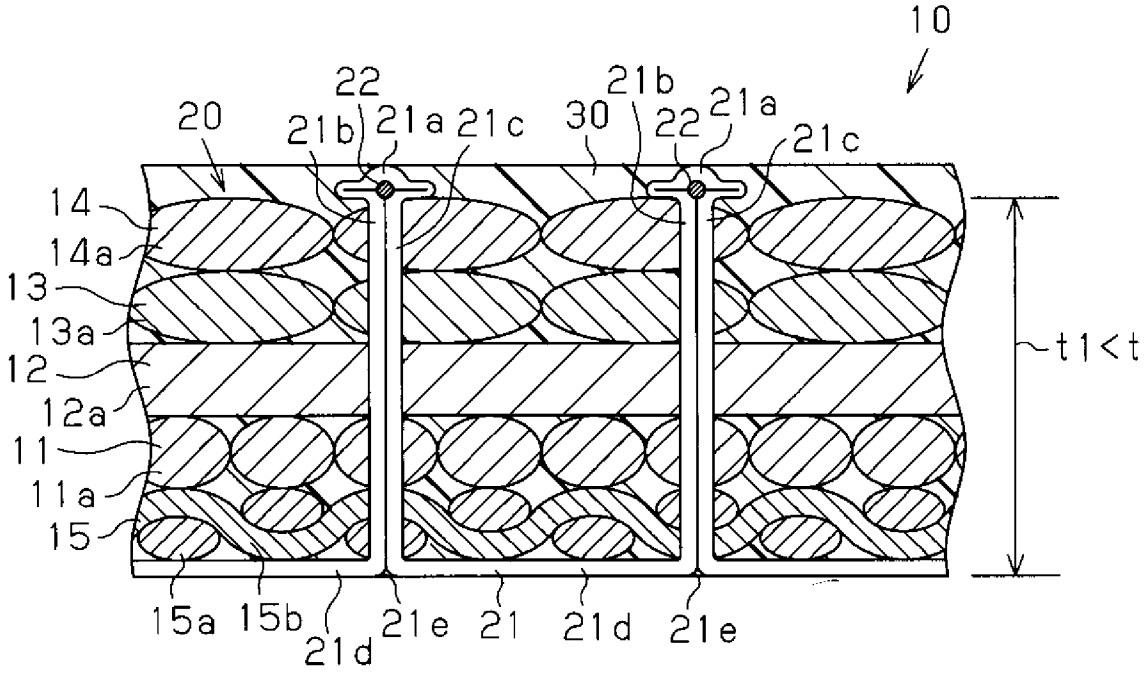
[図3]


10
22
22
21b
21a
21c
30
14a
14
13a
13
20
12a
15a
15a
12
11a
11
15b
15
15a
21
21e
21d
21d
21e
P1
P2

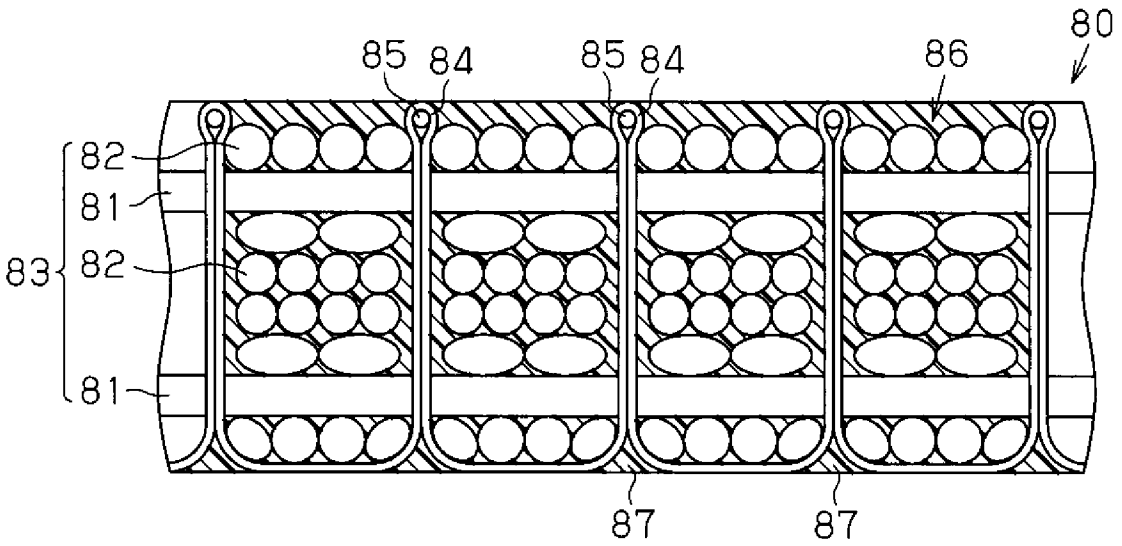
[図4]


20
21a
R1
G
21a
22
22
14
14a
13
13a
12
12a
11
11a
15
15a
L
t
21
21d
21b
21e
21c
15b
21d
E
21b
R2
F
21e
21c

[図5]


10
22
21b
20
21b
21a
21c
30
22
21a
21c
14
14a
13
13a
12
12a
11
11a
15
t1<t
15a
15b
21d
21e
21
21d
21e

[図6]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/072159

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
C08J5/04(2006.01)i, *B29C70/10*(2006.01)i, *D03D1/00*(2006.01)i, *D04H3/04*(2012.01)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)
C08J5/04-5/10, C08J5/24, B29B11/16, B29B15/08-15/14, B29C70/00-70/68, D03D1/00, D04H3/04, B32B1/00-43/00, B29C39/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2013
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2013 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2013

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X Y	JP 2009-73918 A (Toyota Industries Corp.), 09 April 2009 (09.04.2009), claims; paragraphs [0019], [0020], [0024], [0034] to [0036]; fig. 2 (Family: none)	1-3,6 4,5,7
X Y	JP 2007-291582 A (Toyota Industries Corp.), 08 November 2007 (08.11.2007), claims; paragraphs [0010], [0045], [0067], [0084] & US 2007/0232171 A1 & EP 1842656 A1	1-3,6 4,5,7
X Y	JP 2007-269034 A (Toyota Industries Corp.), 18 October 2007 (18.10.2007), claims; paragraphs [0014] to [0016]; fig. 1 (Family: none)	1-3,6 4,5,7

☒ 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	Date of mailing of the international search report
23 October, 2013 (23.10.13)	05 November, 2013 (05.11.13)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office Facsimile No.	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2013/072159

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	Microfilm of the specification and drawings annexed to the request of Japanese Utility Model Application No. 97631/1985(Laid-open No. 5923/1987) (Toray Industries, Inc.), 14 January 1987 (14.01.1987), claims; specification, page 4, line 13 to specification, page 5, line 1; specification, page 6, lines 4 to 6; specification, page 7, lines 3 to 9; specification, page 10, lines 8 to 13; fig. 1, 4, 5 (Family: none)	4,5,7

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１３／０７２１５９

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C08J5/04(2006.01)i, B29C70/10(2006.01)i, D03D1/00(2006.01)i, D04H3/04(2012.01)i

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　C08J5/04-5/10, C08J5/24, B29B11/16, B29B15/08-15/14, B29C70/00-70/68, D03D1/00, D04H3/04, B32B1/00-43/00, B29C39/00

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９２２－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２０１３年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１３年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１３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 Y	JP 2009-73918 A (株式会社豊田自動織機) 2009.04.09, 特許請求の範囲, 【0019】, 【0020】, 【0024】, 【0034】～【0036】, 図２ (ファミリーなし)	1-3,6 4,5,7
X Y	JP 2007-291582 A (株式会社豊田自動織機) 2007.11.08, 特許請求の範囲, 【0010】, 【0045】, 【0067】, 【0084】 & US 2007/0232171 A1 & EP 1842656 A1	1-3,6 4,5,7

☑　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 ２３．１０．２０１３	国際調査報告の発送日 ０５．１１．２０１３
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員）　４Ｓ　９２６７ 増田　亮子 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４７４

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
X Y	JP 2007-269034 A（株式会社豊田自動織機）2007.10.18，特許請求の範囲，【0014】～【0016】，図１（ファミリーなし）	1-3,6 4,5,7
Y	日本国実用新案登録出願 60-97631 号（日本国実用新案登録出願公開 62-5923 号）の願書に添付した明細書及び図面の内容を撮影したマイクロフィルム（東レ株式会社）1987.01.14，実用新案登録請求の範囲，明細書第４頁第 13 行～明細書第５頁第１行，明細書第６頁第４行～第６行，明細書第７頁第３行～第９行，明細書第 10 頁第８行～第 13 行，第１，４，５図（ファミリーなし）	4,5,7