(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
2017年12月7日(07.12.2017)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2017/208458 A1

(51) 国際特許分類:
B29B 15/08 (2006.01)　*B32B 37/12* (2006.01)
B29C 39/10 (2006.01)　*C08J 5/04* (2006.01)
B29C 70/16 (2006.01)　*B29K 101/10* (2006.01)

(21) 国際出願番号：　PCT/JP2016/066662

(22) 国際出願日：　2016年6月3日(03.06.2016)

(25) 国際出願の言語：　日本語

(26) 国際公開の言語：　日本語

(71) 出願人: 日産自動車株式会社(**NISSAN MOTOR CO., LTD.**) [JP/JP]; 〒2210023 神奈川県横浜市神奈川区宝町２番地 Kanagawa (JP).

(72) 発明者: 黒田　真一 (**KURODA, Shinichi**); 〒2430123 神奈川県厚木市森の里青山１－１　日産自動車株式会社　知的財産部内 Kanagawa (JP).

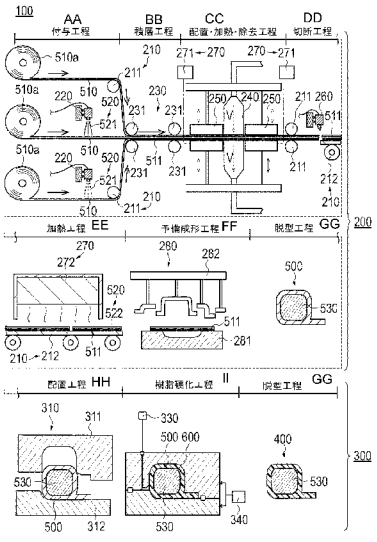
(74) 代理人: 八田国際特許業務法人 (**HATTA & ASSOCIATES**); 〒1020084 東京都千代田区二番町１１番地９ ダイアパレス二番町 Tokyo (JP).

(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, JP, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PA, PE, PG, PH, PL, PT, QA, RO, RS, RU, RW, SA, SC, SD, SE, SG, SK, SL, 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, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ,

(54) **Title:** METHOD AND APPARATUS FOR MANUFACTURING COMPOSITE MATERIAL

(54) 発明の名称： 複合材料の製造方法および製造装置



(57) Abstract: Provided is a manufacturing technology capable of molding a preform without causing wrinkles, kinks, or the like by using powder adhesive that is yet to develop adhesion, and capable of forming a composite material in a relatively short period of time by making resin impregnation occur easily regardless of the portion of the preform. According to a method for manufacturing a composite material (400), powder adhesive (521) that is yet to develop adhesion is applied onto at least one surface (511a) of each of a plurality of sheet-like carbon fiber members (510), the carbon fiber members (510) are laminated together to form a laminated body (511), and at least part of the powder adhesive applied between the layers of the laminated body (511) is removed by an air current (V) flowing from one surface (511a) of the laminated body (511) to the other surface (511b) thereof to form a preform (500) provided with a first region (501) in which the laminated body has been impregnated with adhesive (522) that has developed adhesion, and a second region (502) in which the contained density of the adhesive is lower than that in the first region.

WO 2017/208458 A1

[続葉有]

DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS, SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：接着性を発現する前の粉末状接着剤を用いることによって、しわやよれ等を発生することなくプリフォームを成形したり、プリフォームの部位に拘わらず樹脂を含浸しやすくして比較的短時間によって複合材料を形成したりすることが可能な製造技術を提供する。複合材料（４００）の製造方法によれば、複数のシート状の炭素繊維（５１０）の少なくとも一方の面（５１１ａ）に接着性を発現する前の粉末状接着剤（５２１）を付与し、炭素繊維（５１０）を積層して積層体（５１１）を形成し、積層体（５１１）の一方の面（５１１ａ）から他方の面（５１１ｂ）へ流れる気流（Ｖ）によって、積層体（５１１）の層間に付与された粉末状接着剤の少なくとも一部を除去し、接着性を発現した接着剤（５２２）が積層体に含浸した第１の領域（５０１）と、第１の領域よりも接着剤の含有密度が低い第２の領域（５０２）とを備えるプリフォーム（５００）を形成する。

明　細　書

発明の名称 ： 複合材料の製造方法および製造装置

技術分野

[0001] 本発明は、複合材料の製造方法および製造装置に関する。

背景技術

[0002] 近年、自動車の車体軽量化のために強化基材に樹脂を含浸させた複合材料が自動車部品として用いられている。複合材料の製造方法として、量産化に適したＲＴＭ（Ｒｅｓｉｎ　Ｔｒａｎｓｆｅｒ　Ｍｏｌｄｉｎｇ）成形法が注目されている。ＲＴＭ成形法にあっては、まず強化基材を成形型内に配置し、強化基材に樹脂を含浸させ、樹脂を硬化させることによって、複合材料を形成する。

[0003] 強化基材は、成形型に配置する前に、積層して予備成形を行って予め所定の形状を付与したプリフォームに成形する。プリフォームの成形方法としては、例えば、下記特許文献１のようにシート状の強化基材の全面に接着剤を付与し、予備成形型内に配置し、プレスしてプリフォームを成形する。

先行技術文献

特許文献

[0004] 特許文献1：特開２０１１－１６８００９号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0005] 近年、複合材料の製造技術においては、しわやよれ等を発生することなくプリフォームを成形したり、プリフォームの部位に拘わらず樹脂を含浸しやすくして比較的短時間によって複合材料を形成したりすることが可能な製造技術の実現が要請されている。しかしながら、特許文献１に記載されているように強化基材の全面に接着剤を付与する形態にあっては、上記の要請に応えることができなかった。

[0006] 本発明者は、上記要請に応えるために鋭意研究した結果、接着性を発現す

る前の粉末状接着剤を用いることによって、接着性を発現させた接着剤の含有密度が異なる領域をプリフォームに容易に備えることができることに着目して本発明を完成させるに至った。

[0007] そこで、本発明は、接着性を発現する前の粉末状接着剤を用いることによって、しわやよれ等を発生することなくプリフォームを成形したり、プリフォームの部位に拘わらず樹脂を含浸しやすくして比較的短時間によって複合材料を形成したりすることが可能な製造技術を提供することを目的とする。

課題を解決するための手段

[0008] 上記目的を達成する本発明に係る複合材料の製造方法は、強化基材と、前記強化基材に含浸された樹脂と、を備える複合材料の製造方法である。複数のシート状の前記強化基材の少なくとも一方の面に接着性を発現する前の粉末状接着剤を付与し、前記強化基材を積層して積層体を形成する。前記積層体に対し、前記強化基材の積層方向に、一方の面から他方の面へ流れる気流によって、前記積層体の層間に付与された前記粉末状接着剤の一部を除去して、前記粉末状接着剤が前記積層体の層間に付与された第１の部分と、前記第１の部分よりも前記粉末状接着剤の付与密度が低い第２の部分とを形成する。前記粉末状接着剤の接着性を発現させ、接着性を発現した接着剤が前記積層体に含浸した第１の領域と、前記第１の領域よりも前記接着剤の含有密度が低い第２の領域とを備えるプリフォームを形成する。

[0009] 上記目的を達成する本発明に係る複合材料の製造装置は、複数のシート状の強化基材に接着性を発現する前の状態の粉末状接着剤を付与する付与部と、前記強化基材を積層して積層体を形成する積層部と、前記積層体に対し、前記強化基材の積層方向に、一方の面から他方の面へ流れる気流によって、前記積層体の層間に付与された前記粉末状接着剤を除去する除去部と、前記粉末状接着剤の接着性を発現させる加熱部と、前記強化基材を定められた形状に予備成形する予備成形型と、前記除去部および前記加熱部の作動を制御する制御部と、を有する。前記制御部は、前記除去部の作動を制御して、前記積層体の層間に付与された前記粉末状接着剤の一部を除去して、前記粉末

状接着剤が前記積層体の層間に付与された第１の部分と、前記第１の部分よりも前記粉末状接着剤の付与密度が低い第２の部分とを形成する。さらに、前記制御部は、前記加熱部の作動を制御して、前記粉末状接着剤の接着性を発現させて、接着性を発現した接着剤が前記積層体に含浸した第１の領域と、前記第１の領域よりも前記接着剤の含有密度が低い第２の領域とを備えるプリフォームを形成する。

図面の簡単な説明

[0010] [図1]第１実施形態に係る複合材料の製造装置および製造方法の全体の流れを説明するための図である。

[図2]第１実施形態に係るプリフォームを成形する予備成形装置の各部の構成を説明するための図であり、図２（Ａ）は、搬送部、付与部および積層部の概観斜視図、図２（Ｂ）は、除去部および拘束治具の概観斜視図である。

[図3]第１実施形態に係る除去部および拘束治具の作用を説明するための図であり、図３（Ａ）は、積層体を拘束した状態、図３（Ｂ）は、積層体の一部を加熱した状態、図３（Ｃ）は、積層体の層間の粉末状接着剤を除去した状態を示す。

[図4]第１実施形態に係るプリフォームを成形する予備成形装置の各部の構成を説明するための図であり、図４（Ａ）は、切断部の構成を説明するための図、図４（Ｂ）は、切断部によって切断する切断線の近傍を示す図である。

[図5]第１実施形態に係るプリフォームを成形する予備成形装置の各部の構成を説明するための図であり、図５（Ａ）は、再加熱部の概観斜視図、図５（Ｂ）は、予備成形型の概観斜視図である。

[図6]図６（Ａ）は強化基材における接着剤の含有密度分布を示す図、図６（Ｂ）は予備成形したプリフォームの接着剤の含有密度分布を示す図である。

[図7]第１実施形態に係るプリフォームを用いて複合材料を形成する複合材料形成装置の概略図である。

[図8]第１実施形態に係る製造方法および製造装置によって製造される複合材料の適用例を示す図であり、図８（Ａ）は、複合材料を使用した各種の自動

車部品を示す図、図８（Ｂ）は、自動車部品を接合して形成した車体を示す図である。

[図9]第１実施形態に係るプリフォームの成形方法を示すフローチャートである。

[図10]第１実施形態に係る複合材料の成形方法を示すフローチャートである。

[図11]第１実施形態の変形例の原理を説明する概念図であり、強化基材を配置した成形型内を樹脂が流動する様子を上面方向から見た図であり、図１１（Ａ）は、第１実施形態の変形例に係るプリフォームに樹脂を注入した状態を示す図であり、図１１（Ｂ）は、対比例に係るプリフォームに樹脂を注入した状態を示す図である。

[図12]第１実施形態の変形例に係る複合材料の製造方法を実施した際のキャビティ内の圧力の時間推移を示す図である。

[図13]第２実施形態に係る複合材料の製造装置および製造方法の全体の流れを説明するための図である。

[図14]図１４（Ａ）は、第２実施形態に係るプリフォームを成形する予備成形装置の切断部の概観斜視図、図１４（Ｂ）、（Ｃ）は、積層体の層間に板状部材を挟持する手順を説明するための図である。

[図15]第２実施形態に係る除去部および拘束治具の作用を説明するための図であり、図１５（Ａ）は、積層体を拘束した状態、図１５（Ｂ）は、積層体の一部を加熱した状態を示す。

[図16]第２実施形態に係る除去部および拘束治具の作用を説明するための図であり、図１６（Ａ）は、積層体の層間から粉末状接着剤を除去した状態、図１６（Ｂ）は、積層体の層間から板状部材を引き抜いた状態を示す。

[図17]第２実施形態に係るプリフォームの成形方法を示すフローチャートである。

発明を実施するための形態

[0011] 以下、添付した図面を参照しながら、本発明の実施形態を説明する。なお

、以下の説明は特許請求の範囲に記載される技術的範囲や用語の意義を限定するものではない。また、図面の寸法比率は説明の都合上誇張されており、実際の比率とは異なる場合がある。

[0012] ＜第１実施形態＞

以下、図１～１０を参照して本発明に係る第１実施形態について説明する。

[0013] 図１は、第１実施形態に係る複合材料４００の製造装置１００および製造方法の全体の流れを説明するための図である。図２、図４、図５は、第１実施形態に係るプリフォーム５００を成形する予備成形装置２００の各部の構成を説明するための図である。図３は、第１実施形態に係る除去部２４０および拘束治具２５０の作用を説明するための図である。図６（Ａ）は強化基材５１０における接着剤５２０の含有密度分布を示す図、図６（Ｂ）は予備成形したプリフォーム５００の接着剤５２０の含有密度分布を示す図である。図７は、第１実施形態に係るプリフォーム５００を用いて複合材料４００を形成する複合材料形成装置３００の概略図である。図８は、第１実施形態に係る製造方法および製造装置１００によって製造される複合材料４００の適用例を示す図である。図９は、第１実施形態に係るプリフォーム５００の成形方法を示すフローチャートである。図１０は、第１実施形態に係る複合材料４００の成形方法を示すフローチャートである。

[0014] 本実施形態に係る製造装置１００および製造方法によって製造される複合材料４００は、強化基材５１０が予め所定の形状に予備成形されたプリフォーム５００に樹脂６００を含浸させて硬化させることによって形成される。まず、本実施形態に係るプリフォーム５００について説明する。

[0015] （プリフォーム）

本実施形態に係るプリフォーム５００は、図１の上段および中段に示すように、強化基材５１０を積層した積層体５１１に接着剤５２０を含浸させて所定の形状に予備成形して形成される。

[0016] 強化基材５１０は、例えば、炭素繊維、ガラス繊維、アラミド繊維、ポリ

アミド（ＰＡ）繊維、ポリプロピレン（ＰＰ）繊維、アクリル繊維等によって形成することができる。本実施形態では、強化基材５１０として炭素繊維を使用した例を説明する。炭素繊維は、熱膨張係数が小さく、寸法安定性に優れ、高温下においても機械的特性の低下が少ないという特徴があるため、自動車の車体７００（図８（Ｂ）を参照）等の複合材料４００の強化基材として好適に使用することができる。

[0017] 炭素繊維５１０の目付量は、例えば、５０～４００ｇ／ｍ^{2}とすることができ、好ましくは、１５０ｇ／ｍ^{2}である。

[0018] 積層体５１１は、シート状の炭素繊維５１０を積層して形成する。積層体５１１は、例えば、繊維が一方向に引き揃えられたＵＤ（一方向）材や繊維が一方向に引き揃えられた複数のシートをそれぞれ異なる方向に重ねて補助繊維で一体化したいわゆるＮＣＦ（ノンクリンプファブリック）材等のシート状の炭素繊維５１０を使用することができる。

[0019] 積層構成は、成形品である複合材料４００に求められる材料特性によるが、一般的に複数の配向角度を備えるように積層する。本実施形態では、繊維配向が±４５°方向のＮＣＦ材、９０°方向のＵＤ材、０°方向のＵＤ材の３種類を積層する積層構成とする。

[0020] 接着剤５２０は、接着性を発現する前の状態において粉末状（固体）であり、加熱によって溶融または軟化して接着性を発現する。なお、本明細書中では、接着性を発現する前の粉末状の接着剤５２０を「粉末状接着剤５２１」と称し、接着性を発現した接着剤５２０を「接着剤５２２」と称する。また、「接着剤５２０」と称する場合、粉末状接着剤５２１または接着剤５２２のいずれかを意味する場合があるし、両方を意味する場合もある。

[0021] 粉末状接着剤５２１は、炭素繊維５１０に付与されて、加熱によって溶融または軟化して接着性を発現した接着剤５２２となる。接着性を発現した接着剤５２２は、炭素繊維５１０同士を接着する。これにより、炭素繊維５１０の積層体５１１を所望の形状に賦形した際に、その形態を保持する役割を果たす。また、積層体５１１を搬送する際に、炭素繊維５１０の配置のばら

つきを抑制することができる。

[0022] 接着剤５２０を構成する材料は、温度変化によって溶融・固化の状態変化が起こる材料であれば特に限定されず、例えば、低分子量エポキシ樹脂、ポリアミド（ＰＡ）樹脂、ポリプロピレン（ＰＰ）樹脂、ポリエチレン（ＰＥ）樹脂などを用いることができる。本実施形態では、後述する複合材料４００に使用する樹脂６００と同じエポキシ樹脂であり、溶融粘度が低いため流動性が高く、耐熱性、耐湿性に優れる低分子量エポキシ樹脂を使用する。低分子量エポキシ樹脂は、硬化前において炭素繊維５１０に含浸できる程度の低い粘度を備えるものであれば特に限定されず、公知の低分子量エポキシ樹脂を使用することができる。

[0023] プリフォーム５００は、図６（Ｂ）に示すように、接着性を発現した接着剤５２２が積層体５１１に含浸した第１の領域５０１と、第１の領域５０１よりも接着剤５２２の含有密度が低い第２の領域５０２とを有する。なお、本明細書中において「接着剤５２２の含有密度が低い」とは、接着剤５２２の含有密度が０（ゼロ）の状態も含む。

[0024] 上記のようなプリフォーム５００によれば、第２の領域５０２における曲率を第１の領域５０１よりも大きくなるように予備成形することによって、接着剤５２２の含有密度が低い第２の領域５０２は、第１の領域５０１に比べて炭素繊維５１０間にかかる接着力が弱いため、変形が比較的容易である。よって、プリフォーム５００の成形時に、特に曲率の大きい部分に生じるしわやよれ等の発生を抑制することができる。

[0025] 次に、本実施形態に係る製造装置１００および製造方法によって製造される複合材料４００について説明する。

[0026] （複合材料）

複合材料４００は、炭素繊維５１０および樹脂６００を組み合わせることにより、樹脂６００単体で構成される成形品に比べて高い強度および剛性を備えたものとなる。例えば、図８（Ａ）に示すような自動車の車体７００に使用されるフロントサイドメンバー７０１やピラー７０２等の骨格部品、ル

ーフ７０３等の外板部品に複合材料４００を適用することができる。複合材料４００は鉄鋼材料よりも軽量なため、鉄鋼材料からなる部品を組み付けて構成した車体と比べて、図８（Ｂ）に示すような車体７００の軽量化を図ることができる。

[0027] 本実施形態に係る複合材料４００は、プリフォーム５００に樹脂６００を含浸することによって形成される。また、本実施形態では、剛性向上のために複合材料４００の内部に、図１の下段、図６（Ｂ）に示すようなコア材５３０を挿入する。

[0028] 樹脂６００は、熱硬化性樹脂であるエポキシ樹脂、フェノール樹脂等が用いられる。本実施形態においては、機械的特性、寸法安定性に優れたエポキシ樹脂を用いる。エポキシ樹脂は２液タイプが主流であり、主剤および硬化剤を混合して使用する。主剤はビスフェノールＡ型のエポキシ樹脂、硬化剤はアミン系のものが一般的に用いられるが、特にこれに限定されるものではなく、所望の材料特性に合わせて適宜選択できる。また、樹脂６００には、複合材料４００を成形した後の脱型を容易に行い得るように、内部離型剤を含ませている。内部離型剤の種類は、特に限定されず、公知のものを使用することができる。

[0029] コア材５３０は、炭素繊維５１０によって被覆し、当該炭素繊維５１０に樹脂６００を含浸させることによって複合材料４００の内部に形成される。コア材５３０を構成する材料は、特に限定されないが、軽量化の観点から発泡体（フォームコア）が好ましく用いられる。発泡体を構成する材料は、例えば、ポリウレタン、塩化ビニル、ポリオレフィン、アクリル系樹脂、ポリイミド系樹脂（ＰＭＩ（ポリメタクリルイミド）、ＰＥＩ（ポリエーテルイミド））などを使用することができる。

[0030] （製造装置）

図１～６を参照して、複合材料４００の製造装置１００について説明する。本実施形態に係る複合材料４００の製造装置１００は、大きく分けて、図１の上段および中段に示すプリフォーム５００を成形する予備成形装置２０

０と、図１の下段に示すプリフォーム５００を用いて複合材料４００を形成する複合材料形成装置３００と、から構成される。また、複合材料４００の製造装置１００は、製造装置１００全体の作動を制御する制御部１１０を有する（図２、図４（Ａ）、図５（Ａ）、図７を参照）。

[0031] まず、プリフォーム５００を成形する予備成形装置２００について説明する。

[0032] 予備成形装置２００は、概説すると、図１の上段、中段に示すように、炭素繊維５１０を搬送する搬送部２１０と、粉末状接着剤５２１を付与する付与部２２０と、積層体５１１を形成する積層部２３０と、を有する。予備成形装置２００は、粉末状接着剤５２１を除去する除去部２４０と、積層体５１１の一部を拘束する拘束治具２５０と、切断部２６０と、加熱部２７０と、予備成形型２８０と、をさらに有する。

[0033] 搬送部２１０は、図１の上段、中段に示すように、炭素繊維５１０を付与部２２０、積層部２３０、除去部２４０、拘束治具２５０、切断部２６０、加熱部２７０および予備成形型２８０へ連続的に搬送する。搬送部２１０は、複数の搬送ローラ２１１およびベルトコンベア２１２を備えている。なお、本明細書中では、図１中の矢印で示す炭素繊維５１０の搬送方向の流れに沿って上流に位置する側を上流側、下流に位置する側を下流側と称する。

[0034] 搬送ローラ２１１は、図１の上段、図２（Ａ）に示すように、略円柱形状を有し、モータ等に連結されて軸の周りに回転駆動する。搬送ローラ２１１は、巻回されてなる基材ロール５１０ａから供給されたシート状の炭素繊維５１０を下流側（図２（Ａ）中の矢印方向）へ搬送する。

[0035] ベルトコンベア２１２は、図１の中段、図４（Ａ）、図５（Ａ）に示すように、切断部２６０によって切断された積層体５１１を加熱部２７０へ搬送する。ベルトコンベア２１２は、切断部２６０および加熱部２７０の配置に合わせて設けられ、搬送経路に沿って連続的に作業が行えるように構成されている。

[0036] なお、搬送部２１０は、上記構成に限定されず、例えば、ベルトコンベア

２１２の代わりに搬送用ロボットなどによって構成してもよい。

[0037] 付与部２２０は、図２（Ａ）に示すように、シート状の炭素繊維５１０の平面方向に移動可能に構成されている。付与部２２０は、搬送部２１０の上流側から連続的に送り出される炭素繊維５１０に対して粉末状接着剤５２１をほぼ均一に付与する。粉末状接着剤５２１の付与量は、使用する接着剤５２０の種類、物性によるが、例えば、１０～１００ｇ／ｍ^{3}とすることができる。

[0038] 付与部２２０は、炭素繊維５１０に対して粉末状接着剤５２１を付与することができるものであれば特に限定されず、例えば、量産性が高く、付与精度の高いスクリーン印刷装置を用いることができる。スクリーン印刷装置は、図２（Ａ）に示すように、粉末状接着剤５２１を霧状に噴射して、炭素繊維５１０に対して直接的に吹き付けてほぼ均一に付与する。

[0039] 積層部２３０は、図１の上段、図２（Ａ）に示すように、炭素繊維５１０の搬送経路に沿って設けられ、炭素繊維５１０を挟んで対向する複数の積層ローラ２３１によって構成されている。積層ローラ２３１は、炭素繊維５１０に対して圧接して回転することによって、搬送ローラ２１１から搬送された複数のシート状の炭素繊維５１０を積層しながら下流側へ送り出す。積層ローラ２３１は、前述した搬送ローラ２１１と同様に構成することができる。

[0040] なお、予備成形装置２００に設けられる搬送ローラ２１１や積層ローラ２３１の数や配置等は、図１に示す例に限定されず、適宜変更することができる。

[0041] 除去部２４０は、図２（Ｂ）に示すように、積層体５１１に対し、炭素繊維５１０の積層方向に一方の面５１１ａから他方の面５１１ｂへ流れる気流Ｖを発生させることによって、積層体５１１の層間に付与された粉末状接着剤５２１の一部を除去して、粉末状接着剤５２１の付与密度分布を形成する。なお、本明細書中では、粉末状接着剤５２１の付与密度分布において、粉末状接着剤５２１の付与密度が比較的高い部分を「第１の部分５４１」と称

し、第１の部分５４１よりも粉末状接着剤５２１の付与密度が低い部分を「第２の部分５４２」と称する。

[0042] 除去部２４０は、積層体５１１の一方の面５１１ａに対向して配置された噴気部２４１と、積層体５１１の他方の面５１１ｂに対向して配置された吸気部２４２とを備えている。噴気部２４１および吸気部２４２は、互いに積層体５１１を介して対向している。

[0043] 噴気部２４１は、積層体５１１の一方の面５１１ａに対して気体を噴射する。吸気部２４２は、積層体５１１の他方の面５１１ｂから気体を吸引する。これによって、除去部２４０は、積層体５１１の一方の面５１１ａから他方の面５１１ｂへ流れる気流Ｖを発生させる。当該気流Ｖは、積層体５１１の層間から図３（Ｃ）に示すように粉末状接着剤５２１の一部を積層体５１１の外へ排出する。

[0044] 噴気部２４１は、図２（Ｂ）に示すように、気体を供給する気体供給部２４１ａと、気体供給部２４１ａから供給された気体を積層体５１１の一方の面５１１ａへ噴射する噴射ノズル２４１ｂと、噴射ノズル２４１ｂと気体供給部２４１ａとを連結する給気ホース２４１ｃと、を備えている。

[0045] 気体供給部２４１ａは、ポンプやブロワーなどから構成され、所定の圧力によって気体を加圧して正圧を発生させた状態で、給気ホース２４１ｃを介して気体を噴射ノズル２４１ｂに送り出す。

[0046] 噴射ノズル２４１ｂは、給気ホース２４１ｃを介して供給された気体を積層体５１１の一方の面５１１ａへ向けて噴射して気流Ｖを発生させる。

[0047] 給気ホース２４１ｃには、バルブ２４３が設けられ、バルブ２４３の開度によって噴射ノズル２４１ｂから噴射する気体の供給量を調整することができる。気体の供給量を調整することによって、発生する気流Ｖの強さ（気体の圧力）を調整することができる。気流Ｖの強さは、粉末状接着剤５２１を押し流す際に粉末状接着剤５２１が受ける力に比例する。このため、気流Ｖの強さを調整することによって、積層体５１１から除去する粉末状接着剤５２１の量を調整することができる。積層体５１１から除去する粉末状接着剤

５２１の量を調整することによって、粉末状接着剤５２１の付与密度分布を複数の段階をもって形成することができる。これによって、粉末状接着剤５２１を溶融させて接着性を発現した接着剤５２２を積層体５１１に含浸させた後、図６（Ａ）に示すように、接着剤５２２の含有密度分布を複数の段階をもって形成することができる。

[0048] 吸気部２４２は、負圧を発生させる負圧発生部２４２ａと、負圧発生部２４２ａによって発生した負圧によって積層体５１１から排出される気体および接着剤５２０を吸引する吸引ノズル２４２ｂと、吸引ノズル２４２ｂと負圧発生部２４２ａとを連結する吸引ホース２４２ｃと、を備えている。

[0049] 負圧発生部２４２ａは、吸引ホース２４２ｃを介して吸引ノズル２４２ｂに連結している。負圧発生部２４２ａは、例えば、吸引した粉末状接着剤５２１を回収する回収タンク（図示せず）と、負圧発生部２４２ａの外へ気体を排出することによって当該回収タンク内に負圧を発生させる排風機（図示せず）を備えている。排風機によって負圧を発生し、当該負圧によって吸引ノズル２４２ｂから回収タンクへ向けて気体および粉末状接着剤５２１を送り出す気流Ｖを発生させる。回収タンクは、粉末状接着剤５２１を捕獲するフィルターを備え、粉末状接着剤５２１を回収タンク内に保持した状態で、気体を排風機から外へ排出する。

[0050] 拘束治具２５０は、図１の上段、図２（Ｂ）に示すように、積層体５１１の第１の部分５４１を積層方向から挟持して拘束する。拘束治具２５０は、例えば、互いに接近離反移動可能に設けられた２対の挟持部材２５１から構成することができる。

[0051] 除去部２４０および拘束治具２５０は、同一の可動部２５２に固定され、一体となって積層体５１１に対して接近離反移動可能に構成されている。なお、除去部２４０と拘束治具２５０は、上記構成に限定されず、それぞれ独立した可動部を備えることによって独立に移動可能に構成してもよい。

[0052] 切断部２６０は、図１の上段、図４（Ａ）に示すように、積層体５１１を予め決められた切断線Ｌに沿って切断する。切断部２６０は、例えば、超音

波カット、レーザーカット、丸鋸カット、プレスカット、はさみカットなど様々な切断機構を使用することができる。本実施形態においては、比較的短時間によって正確に切断することができる超音波カットを使用する。

[0053] 加熱部２７０は、図１の上段、中段に示すように、拘束治具２５０を加熱する治具加熱部２７１と、切断部２６０によって切断された積層体５１１を再加熱する再加熱部２７２と、を備えている。加熱部２７０は、付与部２２０によって粉末状接着剤５２１を加熱して接着性を発現させる。

[0054] 治具加熱部２７１は、図２（Ｂ）、図３（Ｂ）に示すように、拘束治具２５０が備える挟持部材２５１のうち積層体５１１に対向する面を含む領域（図３（Ｂ）中の破線で囲まれた部分）を所定の温度まで加熱する。治具加熱部２７１は、例えば、熱電素子および電源から構成される熱源を備える。

[0055] 再加熱部２７２は、図５（Ａ）に示すように、積層体５１１の全体を加熱する。加熱温度は、使用する接着剤５２０の溶融温度によるが、例えば、７０℃～１５０℃とする。これによって、粉末状接着剤５２１を軟化または溶融させて接着性を発現した接着剤５２２を積層体５１１に含浸させることができる。接着剤５２２を含浸させた結果、積層体５１１の単位面積あたりの接着剤５２２の含有量、すなわち、含有密度が定まる。加熱部２７０は、特に限定されないが、瞬間的かつ均等に積層体５１１を加熱可能なものから構成されていることが好ましく、例えば、連続炉または高周波コイル、遠赤外線ヒータ、熱風器などの加熱ヒータを使用することができる。

[0056] 予備成形型２８０は、積層体５１１を定められた立体形状に予備成形する。図１の中段に示すように、プリフォーム５００の対象となる積層体５１１が配置される下型２８１と、下型２８１に対して接近離反移動自在な上型２８２と、を有している。上型２８２の下型２８１に対向する面には、プリフォーム５００の形状に応じた成形面が形成されている。積層体５１１を下型２８１に配置した状態で上型２８２を下型２８１に接近移動させて、積層体５１１に対して加圧力を付与することによって、積層体５１１をプリフォーム５００に成形することが可能となっている。

[0057] 本実施形態のように、コア材５３０を挿入して閉断面を形成するプリフォーム５００の場合、図６（Ｂ）に示すような曲率の大きい角部を有することが多い。積層体５１１を予備成形する際に、当該角部の内側と外側とで変形量が大きく異なる。したがって、曲率の少ない平面部に比べて積層体５１１の層間のずれが大きくなる。積層体５１１の層間が接着性を発現した接着剤５２２によって接着されていると炭素繊維５１０同士が拘束されているため、接着剤５２２の接着力によって積層体５１１の変形が制限されてしてしまう。積層体５１１の変形が制限されている状態で予備成形を行うと、成形後のプリフォーム５００の曲率の大きい部分にしわやよれ等が生じてしまう。

[0058] 本実施形態では予備成形する立体形状の曲率が大きく、成形時の変形量が大きい部分を、接着剤５２２の含有密度が比較的低い部分である第２の領域５０２としている。これにより、積層体５１１の層間において接着剤５２２による接着力が比較的弱いため、第２の領域５０２において容易に変形可能となる。よって、曲率の大きい部分において、プリフォーム５００のしわやよれ等の発生を抑制することができる。これにより、プリフォーム５００の形状の自由度が高まり、複合材料４００の形状選択の幅を広げることができる。

[0059] 次に、プリフォーム５００を用いて複合材料４００を形成する複合材料形成装置３００について説明する。

[0060] 図７を参照して、本実施形態に係る複合材料形成装置３００は、概説すると、プリフォーム５００が配置されるキャビティ３５０を形成する開閉自在な成形型３１０と、成形型３１０に型締圧力を負荷するプレス部３２０と、キャビティ３５０内に溶融した樹脂６００を注入する樹脂注入部３３０と、成形型３１０の温度を調整する成形型温度調整部３４０と、を有する。

[0061] 成形型３１０は、開閉可能な一対の上型３１１（雄型）と、下型３１２（雌型）と、を有する。上型３１１と下型３１２の間に、密閉自在なキャビティ３５０を形成する。プリフォーム５００は、キャビティ３５０内に配置する。

[0062] 成形型３１０は、キャビティ３５０内に樹脂６００を注入する注入口３１３をさらに有する。注入口３１３は、キャビティ３５０および樹脂注入部３３０に連通する。樹脂注入部３３０から注入された樹脂６００は、プリフォーム５００の表面から内部に含浸する。なお、成形型３１０の構成は上記に限定されず、例えば、下型３１２にキャビティ３５０内を真空引きして空気を吸引する吸引口を設けてもよい。また、キャビティ３５０内を密閉状態にするために、上型３１１と下型３１２の合わせ面にシール部材等を設けてもよい。

[0063] プレス部３２０は、例えば、油圧等の流体圧を用いたシリンダー３２１を備え、油圧等を制御することによって型締圧力を調整自在なプレス機により構成することができる。

[0064] 樹脂注入部３３０は、主剤タンク３３１から供給される主剤と、硬化剤タンク３３２から供給される硬化剤とを循環させつつ、成形型３１０へ供給可能な公知の循環式のポンプ機構により構成することができる。樹脂注入部３３０は、注入口３１３に連通してキャビティ３５０内に樹脂６００を注入する。

[0065] 成形型温度調整部３４０は、成形型３１０を樹脂６００の硬化温度まで加熱して、キャビティ３５０内に注入された樹脂６００を硬化させる。成形型温度調整部３４０は、加熱を行うための機構として、例えば、成形型３１０を直接的に加熱する電気ヒータや、油などの熱媒体を循環させることによって温度調整を行う温度調整機構等を備えていてもよい。

[0066] 制御部１１０は、製造装置１００全体の作動を制御する。具体的には、図７を参照して、制御部１１０は、記憶部１１１と、演算部１１２と、各種データや制御指令の送受信を行う入出力部１１３と、を有する。入出力部１１３は、除去部２４０、拘束治具２５０などの装置各部に電気的に接続している。

[0067] 記憶部１１１は、ＲＯＭやＲＡＭから構成し、炭素繊維５１０に対する粉末状接着剤５２１の付与密度分布や接着剤５２２の含有密度分布等のデータ

を記憶する。演算部１１２は、ＣＰＵを主体に構成され、入出力部１１３を介して搬送部２１０による炭素繊維５１０の送り速度等のデータを受信する。演算部１１２は、記憶部１１１から読み出したデータおよび入出力部１１３から受信したデータに基づいて、粉末状接着剤５２１を除去するタイミングや発生させる気流Ｖの強さ、治具加熱部２７１による拘束治具２５０の加熱温度等を算出する。算出したデータに基づく制御信号は、入出力部１１３を介して除去部２４０、拘束治具２５０などの装置各部へ送信する。このようにして、制御部１１０は、粉末状接着剤５２１の除去量および除去位置、拘束治具２５０の加熱温度等を制御する。

[0068] （製造方法）

次に、実施形態に係る複合材料４００の製造方法を説明する。

[0069] 複合材料４００の製造方法は、図９に示すように、プリフォーム５００を成形する工程および、図１０に示すように、プリフォーム５００を用いて複合材料４００を形成する工程の大きく分けて２つの工程を有している。

[0070] まず、プリフォーム５００を成形する工程について説明する。

[0071] プリフォーム５００を成形する工程は、図９に示すように、炭素繊維５１０素材を供給する供給工程（ステップＳ１０１）と、シート状の炭素繊維５１０に粉末状接着剤５２１を付与する付与工程（ステップＳ１０２）と、積層体５１１を形成する積層工程（ステップＳ１０３）と、積層体５１１に除去部２４０および拘束治具２５０を配置する配置工程（ステップＳ１０４）と、積層体５１１の一部を加熱する加熱工程（ステップＳ１０５）と、積層体５１１の一部から粉末状接着剤５２１を除去する除去工程（ステップＳ１０６）と、積層体５１１を所定形状に切断する切断工程（ステップＳ１０７）と、積層体５１１を加熱する再加熱工程（ステップＳ１０８）と、積層体５１１を搬送する搬送工程（ステップＳ１０９）と、積層体５１１を予備成形してプリフォーム５００を形成する予備成形工程（ステップＳ１１０）と、プリフォーム５００を予備成形型２８０から脱型する脱型工程（ステップＳ１１１）と、を有する。

[0072] 各工程について説明する。

[0073] まず、図１上段および図２（Ａ）に示すように、炭素繊維５１０が巻回されてなる複数の基材ロール５１０ａからシート状の炭素繊維５１０を引き出し、連続的に炭素繊維５１０を供給する（ステップＳ１０１）。供給された炭素繊維５１０は、搬送ローラ２１１によって下流側へ送り出される。

[0074] 次に、搬送部２１０によって連続的に送り出される炭素繊維５１０の少なくとも一方の面に対して、付与部２２０によって接着性を発現する前の粉末状接着剤５２１を付与する（ステップＳ１０２）。この際、炭素繊維５１０の一方の面の全面に対して粉末状接着剤５２１がほぼ均一に付与されるように調整する。

[0075] 次に、積層ローラ２３１によって連続的に送り出される炭素繊維５１０を積層して積層体５１１を形成する（ステップＳ１０３）。本実施形態においては、積層配向の異なる炭素繊維５１０を積層して、所定の積層構成とする。具体的には、繊維配向が±４５°方向のＮＣＦ材、９０°方向のＵＤ材、０°方向のＵＤ材の３種類の基材ロール５１０ａを用いて、所定の配向順序によって積層し積層体５１１を形成する。

[0076] 次に、図２（Ｂ）、図３（Ａ）に示すように、拘束治具２５０によって積層体５１１の一部を積層方向から挟持する。このとき、積層体５１１の上流側から下流側への連続的な流れを一旦停止する。本実施形態において、除去部２４０は、拘束治具２５０と一体となって積層体５１１に対して接近離反移動可能に構成されているため、拘束治具２５０とともに積層体５１１の両面に対向するように配置される（ステップＳ１０４）。

[0077] 次に、図３（Ｂ）に示すように、粉末状接着剤５２１が均一に付与された状態の積層体５１１の一部を加熱して粉末状接着剤５２１を溶融または軟化させて接着性を発現した接着剤５２２を形成する（ステップＳ１０５）。具体的には、拘束治具２５０が備える挟持部材２５１のうち積層体５１１に対向する面を含む領域（図３（Ｂ）中の破線で囲まれた部分）を加熱する。挟持部材２５１および積層体５１１の接触面から熱を伝導して、積層体５１１

の層間に配置された粉末状接着剤５２１の一部を加熱する。加熱温度は、接着剤５２０が軟化または溶融して接着性を発現する温度であれば特に限定されず、例えば、溶融温度とすることができる。また、挟持部材２５１は、予め所定の温度まで加熱しておいてもよい。これにより、成形時間の短時間化を図ることができる。

[0078] 次に、挟持部材２５１によって積層体５１１を挟持した状態において、図３（Ｃ）に示すように、除去部２４０を駆動して積層体５１１の一部に一方の面５１１ａから他方の面５１１ｂへ流れる気流Ｖを発生させる。当該気流Ｖによって、積層体５１１の層間に付与された粉末状接着剤５２１を炭素繊維５１０の繊維と繊維の間の隙間を介して積層体５１１の外へ排出して、接着剤５２０の一部を除去する（ステップＳ１０６）。これによって、拘束治具２５０によって拘束されている部分に粉末状接着剤５２１が積層体５１１の層間に付与された第１の部分５４１を形成し、気流Ｖを発生させた部分に第１の部分５４１よりも粉末状接着剤５２１の付与密度が低い第２の部分５４２を形成する。このように、第１の部分５４１および第２の部分５４２によって形成される粉末状接着剤５２１の付与密度分布は、前述した加熱工程（ステップＳ１０５）および後述する再加熱工程（ステップＳ１０８）において加熱した後、接着性を発現した接着剤５２２の含有密度分布である第１の領域５０１および第２の領域５０２を形成する。

[0079] 積層体５１１を形成した後に粉末状接着剤５２１の一部を一度に除去するため、付与工程において炭素繊維５１０の一枚ごとに接着剤５２０の分布を形成する場合に比べて短時間によって、粉末状接着剤５２１の分布である第１の部分５４１および第２の部分５４２を形成することができる。

[0080] また、粉末状接着剤５２１を除去する際に、積層体５１１の第１の領域５０１とする部分（第１の部分５４１）を積層方向から挟持して拘束することによって、第１の領域５０１において粉末状接着剤５２１を除去するための気流Ｖが発生することを抑制することができる。これにより、気流Ｖによって第１の部分５４１の粉末状接着剤５２１が除去されることを抑制すること

ができるため、接着剤５２０の含有密度の分布である第１の領域５０１および第２の領域５０２をより確実に形成することができる。

[0081] 本実施形態においては、図６（Ａ）に示すように、第１の領域５０１中において、接着剤５２０の含有密度の高い部分（図６（Ａ）中の色の濃い部分）と低い部分（図６（Ａ）中の色の薄い部分）を有する含有密度分布が存在する。同様に、第２の領域５０２中においても含有密度分布が存在する。このように、含有密度分布が３以上の段階をもって形成される場合は、後述する切断部２６０によって切断する切断線Ｌ周りを、接着剤５２０の含有密度が最も高い部分に設定することが好ましい。また、図６（Ｂ）に示すように、予備成形型２８０によって成形する立体形状の曲率が大きい部分（破線で囲まれた部分）を、接着剤５２０の含有密度が比較的低い部分である第２の領域５０２となるように含有密度の分布を形成する。

[0082] 本実施形態のように、加熱工程（ステップＳ１０５）の後に除去工程（ステップＳ１０６）を行うことによって、粉末状接着剤５２１の一部を加熱して溶融または軟化させてゲル状にした状態において、積層体５１１のうち加熱していない部分に気流Ｖを発生させて粉末状接着剤５２１を除去する。これにより、気流Ｖによって第１の領域５０１とする部分の粉末状接着剤５２１が除去されることをさらに抑制して、第１の領域５０１と第２の領域５０２における含有密度の分布をより確実に形成することができる。

[0083] 除去工程（ステップＳ１０６）が終了すると、搬送部２１０による積層体５１１の上流側から下流側への連続的な流れを再稼働する。その後、図４（Ａ）に示すように、接着剤５２０が溶融した状態で炭素繊維５１０を切断線Ｌに沿って切断する（ステップＳ１０７）。切断線Ｌは、成形品である複合材料４００の展開形状を予め設定し、当該展開形状に応じて決定する。

[0084] 切断線Ｌ周りは、接着剤５２０の含有密度が第２の領域５０２よりも高い第１の領域５０１に配置する。図４（Ｂ）に示すように、切断線Ｌに対して所定の付与幅Ｗを設けて帯状に接着剤５２０が付与されるように第１の領域５０１を形成する。接着剤５２０の付与幅Ｗは、予め定められた切断線Ｌの

公差によるが、例えば、１～２０ｍｍとすることができる。これにより、接着剤５２０の接着性を発現させることによって、切断線Ｌ周りが接着剤５２０によって固定され、切断時や切断後に次工程に搬送する際に切断面のほつれを抑制することができる。また、切断する部位が切断線Ｌからずれても切断線Ｌ周りの接着剤５２０の含有密度が高いため、切断面のほつれを抑制することができる。切断面にほつれが生じると、複合材料４００の成形後にほつれが生じた部分を除去する必要がある。切断面のほつれを抑制することによって、ほつれが生じた部分を除去する後加工を削減することができるため、成形時間を短くできるとともに、ほつれが生じた部分を除去する必要がなくなるため、歩留りを向上させることができる。

[0085] 次に、図５（Ａ）に示すように、積層体５１１の全体を再度加熱する（ステップＳ１０８）。これによって、加熱工程（ステップＳ１０５）において、例えば、積層体５１１の第２の部分５４２に加熱されずに残った粉末状接着剤５２１を加熱して接着性を発現させることができる。また、予備成形工程（ステップＳ１１０）前に接着剤５２０を加熱することによって、接着剤５２０を軟化させた状態で予備成形を行うことができるため、予備成形が比較的容易になる。なお、積層体５１１の第２の部分５４２に粉末状接着剤５２１が付与されていない場合のように、加熱工程（ステップＳ１０５）によって積層体５１１に付与された粉末状接着剤５２１の接着性を発現させることができる場合は、再加熱工程（ステップＳ１０８）を省略してもよい。

[0086] 次に、図５（Ｂ）に示すように、積層体５１１を予備成形型２８０の下型２８１まで搬送して配置する（ステップＳ１０９）。このとき、接着性を発現した接着剤５２２によって炭素繊維５１０の層間が接着されているので搬送時の炭素繊維５１０のばらつきを抑制することができる。

[0087] 次に、図５（Ｂ）に示すように、予備成形型２８０の下型２８１に配置された炭素繊維５１０の積層体５１１を予備成形してプリフォーム５００を成形する（ステップＳ１１０）。この際、炭素繊維５１０によって被覆するようにコア材５３０を配置する。上型２８２は、図１の中段の予備成形工程に

示すように、複数の分割された型によって構成してもよいし、分割されていない１つの型からなる上型を使用してもよい。予備成形型２８０は、例えば、２０～４０℃に冷却しておくことが好ましい。これにより、型閉じと同時に接着剤５２２の冷却が行われ、接着剤５２２が硬化して予備成形が完了する。

[0088] 次に、予備成形型２８０を開いて、プリフォーム５００を脱型すると、プリフォーム５００の成形が完了する（ステップＳ１１１）。図６（Ｂ）に示すように、成形されたプリフォーム５００の形状において、曲率の少ない平面部は、接着剤５２２の含有密度が比較的高い部分である第１の領域５０１であり、曲率が大きい部分（破線で囲まれた部分）は、接着剤５２２の含有密度が比較的低い部分である第２の領域５０２である。

[0089] 次に、プリフォーム５００を用いて複合材料４００を形成する工程について説明する。

[0090] 複合材料４００を形成する工程は、図１０に示すように、プリフォーム５００を成形型３１０のキャビティ３５０に配置する工程（ステップＳ２０１）と、キャビティ３５０内に樹脂６００を注入する工程（ステップＳ２０２）と、樹脂６００を硬化させる工程（ステップＳ２０３）と、成形した複合材料４００を成形型３１０から脱型する工程（ステップＳ２０４）と、を有する。

[0091] 各工程について説明する。

[0092] まず、図７に示すように、プリフォーム５００を成形型３１０のキャビティ３５０に配置する（ステップＳ２０１）。

[0093] 次に、キャビティ３５０内に樹脂６００を注入する（ステップＳ２０２）。成形型３１０は、樹脂６００（例えば、エポキシ樹脂）の硬化温度以上（例えば、１００℃～１６０℃程度）に予熱しておく。

[0094] 次に、炭素繊維５１０に含浸した樹脂６００を硬化させる（ステップＳ２０３）。

[0095] 次に、樹脂６００が硬化した後、成形型３１０を開いて、炭素繊維５１０

、樹脂６００およびコア材５３０が一体化された複合材料４００を脱型すると、成形が完了する（ステップＳ２０４）。

[0096] 以上説明したように、本実施形態に係る複合材料４００の製造方法および製造装置１００によれば、炭素繊維５１０の積層方向に発生する気流Ｖによって積層体５１１の層間に付与された粉末状接着剤５２１の一部を除去して、第１の部分５４１と、第１の部分５４１よりも粉末状接着剤５２１の付与密度が低い第２の部分５４２とを形成する。さらに、粉末状接着剤５２１の接着性を発現させ、接着性を発現した接着剤５２２が積層体５１１に含浸した第１の領域５０１と、第１の領域５０１よりも接着剤５２２の含有密度が低い第２の領域５０２とを備えるプリフォーム５００を形成する。

[0097] このように構成した複合材料４００の製造方法および製造装置１００によれば、炭素繊維５１０の積層方向に発生する気流Ｖによって接着剤５２２の含有密度分布を正確に制御することによって、積層体５１１をプレスしてプリフォーム５００に成形する際に、変形しにくい部分におけるしわやよれ等の発生を抑制することができる。当該プリフォーム５００から複合材料４００を形成することによって、より高品質な複合材料４００を形成することができる。積層された炭素繊維５１０の積層方向ではなく、面内方向に仮に気流を発生させたとしても、粉末状接着剤５２１の一部は除去できても、その位置を制御できないため、変形しにくい部分におけるしわやよれ等の発生の抑制は困難となる。

[0098] また、プリフォーム５００を形成する際に、第１の領域５０１よりも第２の領域５０２の曲率が大きい立体形状になるように形成する。第２の領域５０２は第１の領域５０１よりも接着剤５２２の含有密度が低いため、炭素繊維５１０が第２の領域５０２において容易に変形可能となる。曲率の大きい部分において、プリフォーム５００のしわやよれ等の発生を抑制することができるため、プリフォーム５００の形状の自由度を高めることができる。これにより、接着剤５２２によって炭素繊維５１０の配置のばらつきを抑制しつつ、複合材料４００の形状選択の幅を広げることができる。

[0099] また、粉末状接着剤５２１を除去する際に、積層体５１１の第１の部分５４１とする部分を積層方向から挟持する。粉末状接着剤５２１を除去しない第１の部分５４１とする部分を挟持して拘束することによって、粉末状接着剤５２１を除去するための気流Ｖが発生することを抑制することができる。これにより、気流Ｖによって第１の部分５４１とする部分の粉末状接着剤５２１が除去されることを抑制して、接着性を発現させた後に第１の領域５０１と第２の領域５０２における接着剤５２０の含有密度の分布を形成することができる。

[0100] また、粉末状接着剤５２１を除去する前に、積層体５１１の第１の部分５４１とする部分に付与された粉末状接着剤５２１を加熱する。第１の部分５４１とする部分に付与された粉末状接着剤５２１を加熱して溶融または軟化させてゲル状にした状態において、第２の部分５４２とする部分に気流Ｖを発生させて粉末状接着剤５２１を除去する。これにより、気流Ｖによって第１の部分５４１とする部分の粉末状接着剤５２１が除去されることをさらに抑制して、接着性を発現させた後に第１の領域５０１と第２の領域５０２における含有密度の分布をより確実に形成することができる。

[0101] また、粉末状接着剤５２１の接着性を発現させる加熱工程の後であって、プリフォーム５００を形成する予備成形工程の前に、炭素繊維５１０を切断線Ｌに沿って切断する切断工程を行う。さらに、第１の領域５０１は、切断線Ｌを含む。これにより、粉末状接着剤５２１の接着性を発現させることによって、切断線Ｌ周りが接着性を発現した接着剤５２２によって固定され、切断時や切断後に次工程に搬送する際に切断面のほつれを抑制することができる。切断面のほつれを抑制することによって、ほつれが生じた部分を除去する後加工を削減することができるため、成形時間を短くできるとともに、ほつれが生じた部分を除去する必要がなくなるため、歩留りを向上させることができる。

[0102] 〈変形例〉

図１１および図１２を参照して、前述した第１実施形態の変形例を説明す

る。

[0103] 図１１は、第１実施形態の変形例の原理を説明する概念図である。図１２は、第１実施形態の変形例に係る複合材料４００の製造方法を実施した際のキャビティ３５０内の圧力P_rの時間推移を示す図である。なお、図１１中の矢印は、樹脂６００の流動方向を示している。

[0104] 変形例に係る複合材料４００の製造方法は、図９に示すプリフォーム５００を成形する工程の除去工程（ステップＳ１０６）において形成する第１の領域５０１および第２の領域５０２の配置が前述した第１実施形態と異なる。製造装置１００は、第１実施形態と同様の構成を備えるため、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0105] 炭素繊維５１０の積層体５１１を配置した成形型３１０のキャビティ３５０を上面方向から見たとき、図１１（Ｂ）に示すように、樹脂６００は注入口３１３から同心円状に広がるように流動する。このため、注入口３１３から離れたキャビティ３５０の周縁部は、樹脂６００が流動しにくい部分３５２となる。樹脂６００が流動しにくい部分３５２に樹脂６００を到達させるためには、図１２の破線に示すように、樹脂６００の注入作業における最大注入圧力を高圧に設定せざるを得ない。樹脂６００を充填するための最大注入圧力を高圧に設定すると、その分、キャビティ３５０内の最大圧力P_2も増加する。したがって、注入作業中に成形型３１０の不用意な型開きが発生するのを防止するために、より大きな型締圧力を付与することが可能な大型のプレス機を使用する必要がある。

[0106] 本実施形態では、図１１（Ａ）に示すように、例えば、注入口３１３近傍などの樹脂６００が流動しやすい部分３５１に第１の領域５０１を配置し、例えば、キャビティ３５０の周縁部などの樹脂６００が流動しにくい部分３５２に第２の領域５０２を形成するように粉末状接着剤５２１を除去する（ステップＳ１０６）。接着剤５２２の含有密度が比較的低い第２の領域５０２は、第１の領域５０１に比べて樹脂６００の流動抵抗が小さくなる。このため、キャビティ３５０内に樹脂６００を注入する工程（図１０のステップ

Ｓ２０２）において、第２の領域５０２が配置された樹脂６００が流動しにくい部分３５２において、相対的に樹脂６００が流動しやすくなるように制御することができる。これにより、樹脂６００の注入圧力を高くしなくても短時間によって全体に樹脂６００を到達させることができるため、図１２の実線に示すように、樹脂６００の最大注入圧力を低減することができる。キャビティ３５０内の最大圧力P_1を比較的小さく抑えることができるため、成形時間の短時間化を図るとともに、設備投資費の削減を図ることができる。

[0107] また、本実施形態において、樹脂６００は、エポキシ樹脂によって形成され、接着剤５２０は、低分子量エポキシ樹脂によって形成される。これにより、複合材料４００の成形時に樹脂６００および接着剤５２０が同種の材料によって形成されているため、樹脂６００と接着剤５２０との界面の形成を抑制し、樹脂６００と一体化することでより均質な複合材料４００を形成することができる。これにより、樹脂６００の注入初期段階においては、接着剤５２０は、樹脂６００を流動しにくい部分３５２に誘導する効果を有し、樹脂６００の流動を制御することができる。樹脂６００の注入が進むにつれて、樹脂６００の硬化に伴う反応熱などによって接着剤５２０が軟化し、徐々に樹脂６００がキャビティ３５０内全体に広がることによって樹脂６００と接着剤５２０をより均質に混合することができる。

[0108] 以上説明したように、第１実施形態の変形例に係る複合材料４００の製造方法および製造装置１００によれば、気流Ｖによって積層体５１１の層間に付与された粉末状接着剤５２１の一部を除去して、第１の部分５４１と、第１の部分５４１よりも粉末状接着剤５２１の付与密度が低い第２の部分５４２とを形成する。さらに、粉末状接着剤５２１の接着性を発現させ、接着性を発現した接着剤５２２が積層体５１１に含浸した第１の領域５０１と、第１の領域５０１よりも接着剤５２２の含有密度が低い第２の領域５０２とを備えるプリフォーム５００を形成する。これにより、第１実施形態と同様の効果が得られる。さらに、接着剤５２２の含有密度を制御することによって、プリフォーム５００の部位に拘わらず樹脂６００を含浸しやすくして比較

的短時間によって複合材料４００を形成することができる。

[0109] また、キャビティ３５０のうち積層体５１１の第２の領域５０２が配置された部分を第１の領域５０１が配置された部分に比べて、キャビティ３５０内に注入した樹脂６００が流れやすくする。このため、接着剤５２０の含有密度が均一なプリフォームをキャビティ３５０内に配置する場合に比べて、樹脂６００が流動しにくい部分３５２に樹脂６００を流れやすくすることができる。これによって、プリフォーム５００の部位に拘わらず樹脂６００を含浸しやすくして比較的短時間によってキャビティ３５０内の炭素繊維５１０全体に樹脂６００を到達させることができる。これにより、成形時間の短時間化を図るとともに、キャビティ３５０内の最大圧力P_1を比較的小さく抑えることができるによって設備投資費の削減を図ることができる。

[0110] 〈第２実施形態〉

図１３～１７を参照して、第２実施形態を説明する。

[0111] 図１３は、第２実施形態に係る複合材料４００の製造装置１０１および製造方法の全体の流れを説明するための図である。図１４（Ａ）は、第２実施形態に係るプリフォーム５００を成形する予備成形装置８００の切断部２６０の概観斜視図、図１４（Ｂ）、（Ｃ）は、積層体５１１の層間に板状部材８１０を挟持する手順を説明するための図である。図１５、図１６は、第２実施形態に係る除去部２４０および拘束治具２５０の作用を説明するための図である。図１７は、第２実施形態に係るプリフォーム５００の成形方法を示すフローチャートである。

[0112] シート状の炭素繊維５１０の積層数は、成形品である複合材料４００の設計板厚に対して、炭素繊維５１０の含有率および目付に応じて決定する。一般的な部材では、炭素繊維５１０の積層数は４～５層になることが多いが、比較的大きな構造部材では１０層以上になることもある。除去部２４０によって発生した気流Ｖは、積層体５１１の内部を進行する際に炭素繊維５１０から抵抗を受ける。このため、気流Ｖの強さ（気体の圧力）は一方の面５１１ａから他方の面５１１ｂに向けて除々に弱まる。積層数が多くなるにつれ

て積層体５１１の板厚は増加するため、気流Ｖによる粉末状接着剤５２１の除去能力が低下する。これによって、接着剤５２０の含有密度分布の調整が困難となり、第１の領域５０１および第２の領域５０２を設計通りの配置に形成できなくなってしまう場合がある。

[0113] そこで、第２実施形態では、積層数が増加した場合でも粉末状接着剤５２１を除去して第１の領域５０１および第２の領域５０２を設計通りの配置に形成することができるようにするために、気流Ｖに加えて補助気流Ｖ１を発生させる。以下、第２実施形態に係る製造装置１０１および製造方法について説明する。

[0114] （製造装置）

第２実施形態に係る複合材料４００の製造装置１０１は、前述した第１実施形態に係る複合材料４００の製造装置１００と同様に、プリフォーム５００を成形する予備成形装置８００と、複合材料４００を形成する複合材料形成装置３００と、から構成される。複合材料形成装置３００は、第１実施形態と同様の構成を有するため、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0115] 予備成形装置８００は、積層体５１１の層間に配置する板状部材８１０をさらに有する点において第１実施形態と異なる。他の構成は第１実施形態と同様のため、同一の符号を付してその説明を省略する。

[0116] 板状部材８１０は、図１５（Ａ）に示すように、中空構造を有し、気体が流通可能な流通路８１１を備えている。

[0117] 除去部２４０は、積層体５１１の一方の面５１１ａから他方の面５１１ｂへ流れる気流Ｖを発生するとともに、流通路８１１を介して積層体５１１の面方向から流入して当該気流Ｖに合流する補助気流Ｖ１を発生する。補助気流Ｖ１を補うことによって粉末状接着剤５２１を除去する気流の強さが弱まることなく、積層体５１１の積層数が増加しても粉末状接着剤５２１を確実に除去することができる。

[0118] 除去部２４０が備える噴気部２４１は、流通路８１１へ気体を供給する。具体的には、流通路８１１は、給気ホース２４１ｃと連結している。気体供

給部２４１ａは、給気ホース２４１ｃを介して気体を所定の圧力によって加圧して生じた正圧によって流通路８１１内に送り出す。これにより、積層体５１１の層間に補助気流Ｖ１を発生することができる。

[0119] （製造方法）

次に、実施形態に係る複合材料４００の製造方法を説明する。

[0120] 複合材料４００の製造方法は、前述した第１実施形態と同様に、プリフォーム５００を成形する工程およびプリフォーム５００を用いて複合材料４００を形成する工程の大きく分けて２つの工程を有している。複合材料４００を形成する工程は、前述した第１実施形態と同様なので説明を省略する。以下、図１７を参照して、プリフォーム５００を成形する工程について説明する。

[0121] プリフォーム５００を成形する工程は、炭素繊維５１０素材を供給する供給工程（ステップＳ３０１）と、シート状の炭素繊維５１０に粉末状接着剤５２１を付与する付与工程（ステップＳ３０２）と、積層体５１１を形成する積層工程（ステップＳ３０３）と、積層体５１１を所定の長さに切断する切断工程（ステップＳ３０４）と、積層体５１１の層間に板状部材８１０を挟み込む挟持工程（ステップＳ３０５）と、積層体５１１に除去部２４０および拘束治具２５０を配置する配置工程（ステップＳ３０６）と、積層体５１１の一部を加熱する加熱工程（ステップＳ３０７）と、積層体５１１の一部から粉末状接着剤５２１を除去する除去工程（ステップＳ３０８）と、板状部材８１０を積層体５１１の層間から引き抜く抜去工程（ステップＳ３０９）と、積層体５１１を加熱する再加熱工程（ステップＳ３１０）と、積層体５１１を搬送する搬送工程（ステップＳ３１１）と、炭素繊維５１０を予備成形してプリフォーム５００を形成する予備成形工程（ステップＳ３１２）と、成形したプリフォーム５００を予備成形型２８０から脱型する脱型工程（ステップＳ３１３）と、を有する。

[0122] 各工程について説明する。なお、供給工程（ステップＳ３０１）、付与工程（ステップＳ３０２）、積層工程（ステップＳ３０３）、配置工程（ステ

ップＳ３０６）、加熱工程（ステップＳ３０７）、再加熱工程（ステップＳ３１０）、搬送工程（ステップＳ３１１）、予備成形工程（ステップＳ３１２）および脱型工程（ステップＳ３１３）は、前述した第１実施形態と同様なので説明を省略する。

[0123] 積層体５１１を形成した後（ステップＳ３０３）、図１４（Ａ）に示すように、積層体５１１を所定の長さに切断する（ステップＳ３０４）。

[0124] 次に、図１４（Ｂ）に示すように、切断した積層体５１１の上に２枚の板状部材８１０を配置する。積層体５１１のうち積層方向に気流Ｖを発生させる部分には、隙間を設けて板状部材８１０を配置する。板状部材８１０の上にさらに切断した積層体５１１を重ねる。このようにして、図１４（Ｃ）に示すように、積層体５１１の層間に板状部材８１０を挟み込む（ステップＳ３０５）。

[0125] 次に、図１３の中段、図１５（Ａ）に示すように、除去部２４０および拘束治具２５０を配置する（ステップＳ３０６）。

[0126] 次に、図１５（Ｂ）に示すように、粉末状接着剤５２１が均一に付与された状態の積層体５１１の一部を加熱して粉末状接着剤５２１を溶融または軟化させて接着性を発現した接着剤５２２を形成する（ステップＳ３０７）。具体的には、第１実施形態と同様に、拘束治具２５０が備える挟持部材２５１のうち積層体５１１に対向する面を含む領域（図１５（Ｂ）中の破線で囲まれた部分）を加熱する。挟持部材２５１および積層体５１１の接触面から熱を伝導して、積層体５１１の層間に配置された粉末状接着剤５２１の一部を加熱する。

[0127] 次に、除去部２４０によって気流Ｖおよび補助気流Ｖ１を発生させる。挟持部材２５１によって積層体５１１を挟持した状態において、除去部２４０を駆動して積層体５１１の拘束治具２５０によって拘束されている部分および板状部材８１０が配置されている部分以外の部分に積層方向へ流れる気流Ｖを発生させる。当該気流Ｖによって、図１６（Ａ）に示すように、積層体５１１の層間に付与された粉末状接着剤５２１を炭素繊維５１０の繊維と繊

維の間の隙間を介して積層体５１１の外へ排出して、粉末状接着剤５２１の一部を除去する（ステップＳ３０８）。これによって、拘束治具２５０によって拘束されている部分に接着剤５２０が層間に付与された第１の部分５４１を形成し、粉末状接着剤５２１の一部を除去した部分に第１の部分５４１よりも粉末状接着剤５２１の付与密度が低い第２の部分５４２を形成する。

[0128] 次に、図１６（Ｂ）に示すように、積層体５１１の層間から板状部材８１０を引き抜く（ステップＳ３０９）。このとき、積層体５１１の上流側から下流側への連続的な流れを妨げないように積層体５１１の流れ方向に対して積層体５１１の面方向に垂直な方向に引き抜くことが好ましい。

[0129] 次に、再加熱工程（ステップＳ３１０）によって、粉末状接着剤５２１の接着性を発現させ、接着性を発現した接着剤５２２が積層体５１１に含浸した第１の領域５０１と、第１の領域５０１よりも接着剤５２２の含有密度が低い第２の領域５０２とを備えるプリフォーム５００を形成する。

[0130] その後、前述した第１実施形態と同様に、搬送工程（ステップＳ３１１）、予備成形工程（ステップＳ３１２）および脱型工程（ステップＳ３１３）を経て、プリフォーム５００が完成する。

[0131] 以上説明したように、第２実施形態に係る複合材料４００の製造方法および製造装置１０１によれば、粉末状接着剤５２１を除去する前に、気体が流通可能な流通路８１１を備える板状部材８１０を積層体５１１の間に挟み込み、粉末状接着剤５２１を除去する際に、積層体５１１の第２の部分５４２とする部分において、板状部材８１０の流通路８１１を介して気流Ｖに合流させる補助気流Ｖ１を供給する。これにより、第１実施形態と同様の効果を得られるとともに、補助気流Ｖ１を補うことによって粉末状接着剤５２１を除去する気流の強さが弱まることなく、積層体５１１の積層数が増加しても粉末状接着剤５２１を確実に除去することができる。

[0132] 以上、実施形態および変形例を通じて複合材料の製造方法および製造装置を説明したが、本発明は実施形態において説明した構成のみに限定されることはなく、特許請求の範囲の記載に基づいて適宜変更することが可能である

。

[0133] 例えば、除去部は、噴気部および吸気部を備えるとしたが、積層体に対し、炭素繊維の積層方向に一方の面から他方の面へ流れる気流を発生させる構成であれば、特に限定されず、噴気部または吸気部のいずれか一方を備える構成としてもよい。

[0134] また、複合材料は、コア材を有するとしたが、コア材を有さない複合材料であってもよい。

[0135] また、粉末状接着剤の加熱工程の後に粉末状接着剤の除去工程を行うとしたが、これに限定されず、加熱工程および除去工程を同時に行ってもよいし、除去工程の後に加熱工程を行ってもよい。

[0136] また、第２実施形態において、板状部材は、積層方向に貫通する貫通穴を設けてもよい。この場合、貫通穴は気流を発生させようとする部分（接着剤を除去する部分）に合わせた形状とすることが好ましい。これにより、貫通穴を介して積層体の積層方向に気流を発生させることができる。

符号の説明

[0137] １００、１０１　製造装置、

１１０　制御部、

２００、８００　予備成形装置、

２１０　搬送部

２２０　付与部、

２３０　積層部、

２４０　除去部、

２５０　拘束治具、

２６０　切断部、

２７０　加熱部、

２７１　治具加熱部、

２８０　予備成形型、

８１０　板状部材、

３００　複合材料形成装置、

３１０　成形型、

３５０　キャビティ、

４００　複合材料、

５００　プリフォーム、

５０１　第１の領域、

５０２　第２の領域、

５１０　炭素繊維（強化基材）、

５１１　積層体、

５１１ａ　一方の面、

５１１ｂ　他方の面、

５２０　接着剤、

５２１　（接着性を発現する前の）粉末状接着剤、

５２２　（接着性を発現した）接着剤、

５４１　第１の部分、

５４２　第２の部分、

６００　樹脂、

８１０　板状部材、

８１１　流通路、

Ｖ　気流、

Ｖ１　補助気流、

Ｌ　切断線。

請求の範囲

[請求項1] 強化基材と、前記強化基材に含浸された樹脂と、を備える複合材料の製造方法であって、

複数のシート状の前記強化基材の少なくとも一方の面に接着性を発現する前の粉末状接着剤を付与し、

前記強化基材を積層して積層体を形成し、

前記積層体に対し、前記強化基材の積層方向に、一方の面から他方の面へ流れる気流によって、前記積層体の層間に付与された前記粉末状接着剤の一部を除去して、前記粉末状接着剤が前記積層体の層間に付与された第１の部分と、前記第１の部分よりも前記粉末状接着剤の付与密度が低い第２の部分とを形成し、

前記粉末状接着剤の接着性を発現させ、

接着性を発現した接着剤が前記積層体に含浸した第１の領域と、前記第１の領域よりも前記接着剤の含有密度が低い第２の領域とを備えるプリフォームを形成する、複合材料の製造方法。

[請求項2] 前記プリフォームを形成する際に、前記第１の領域よりも前記第２の領域の曲率が大きい立体形状になるように形成する、請求項１に記載の複合材料の製造方法。

[請求項3] 成形型内のキャビティに前記プリフォームを配置し、

前記キャビティ内に前記樹脂を注入し、前記プリフォームに前記樹脂を含浸させて前記複合材料を成形してなり、

前記キャビティのうち前記第２の領域が配置された部分を前記第１の領域が配置された部分に比べて、前記キャビティ内に注入した前記樹脂が流れやすくする、請求項１に記載の複合材料の製造方法。

[請求項4] 前記粉末状接着剤を除去する際に、前記積層体の前記第１の部分とする部分を積層方向から挟持する、請求項１～３のいずれか１項に記載の複合材料の製造方法。

[請求項5] 前記粉末状接着剤を除去する前および／または除去する際に、前記

積層体の前記第１の部分とする部分に付与された前記粉末状接着剤を加熱する、請求項１～４のいずれか１項に記載の複合材料の製造方法。

[請求項6] 前記粉末状接着剤を除去する前に、気体が流通可能な流通路を備える板状部材を前記積層体の間に挟み込み、

前記粉末状接着剤を除去する際に、前記積層体の前記第２の部分とする部分において、前記板状部材の前記流通路を介して前記気流に合流させる補助気流を供給する、請求項１～５のいずれか１項に記載の複合材料の製造方法。

[請求項7] 前記粉末状接着剤の接着性を発現させた後であって、前記プリフォームを形成する前に、前記強化基材を切断線に沿って切断し、

前記第１の領域は、前記切断線を含む、請求項１～６のいずれか１項に記載の複合材料の製造方法。

[請求項8] 複数のシート状の強化基材に接着性を発現する前の状態の粉末状接着剤を付与する付与部と、

前記強化基材を積層して積層体を形成する積層部と、

前記積層体に対し、前記強化基材の積層方向に、一方の面から他方の面へ流れる気流によって、前記積層体の層間に付与された前記粉末状接着剤を除去する除去部と、

前記粉末状接着剤の接着性を発現させる加熱部と、

前記強化基材を定められた形状に予備成形する予備成形型と、

前記除去部および前記加熱部の作動を制御する制御部と、を有し、

前記制御部は、

前記除去部の作動を制御して、前記積層体の層間に付与された前記粉末状接着剤の一部を除去して、前記粉末状接着剤が前記積層体の層間に付与された第１の部分と、前記第１の部分よりも前記粉末状接着剤の付与密度が低い第２の部分とを形成し、

前記加熱部の作動を制御して、前記粉末状接着剤の接着性を発現さ

せて、接着性を発現した接着剤が前記積層体に含浸した第１の領域と、前記第１の領域よりも前記接着剤の含有密度が低い第２の領域とを備えるプリフォームを形成する、複合材料の製造装置。

[請求項9] 前記予備成形型において、前記第１の領域が配置された部分に比べて前記第２の領域が配置された部分は曲率が大きい、請求項８に記載の複合材料の製造装置。

[請求項10] 前記プリフォームが配置されるキャビティを備える成形型と、をさらに有し、

前記キャビティ内において、前記第１の領域が配置された部分に比べて前記第２の領域が配置された部分は、前記キャビティ内に注入した樹脂が流れやすい、請求項８に記載の複合材料の製造装置。

[請求項11] 前記積層体の前記第１の部分とする部分を積層方向から挟持して拘束する拘束治具をさらに有する、請求項８～１０のいずれか１項に記載の複合材料の製造装置。

[請求項12] 前記拘束治具を加熱して前記積層体の前記第１の部分とする部分に付与された前記接着剤を加熱する治具加熱部をさらに有する、請求項１１に記載の複合材料の製造装置。

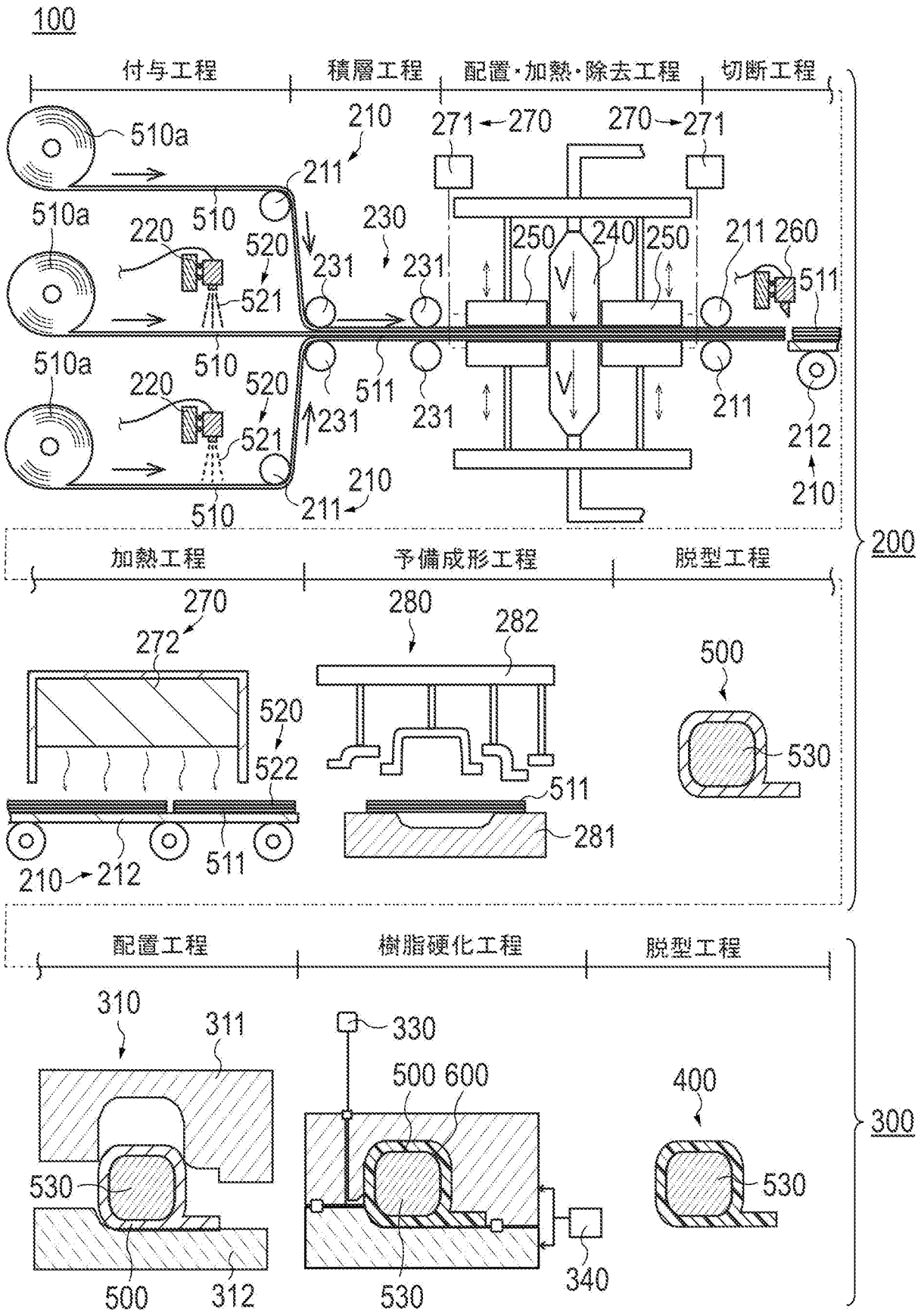
[請求項13] 気体が流通可能な流通路を備える板状部材をさらに有し、

前記制御部は、前記除去部の作動を制御して、前記積層体の前記第２の部分とする部分において、前記板状部材の前記流通路を介して前記気流に合流させる補助気流を供給する、請求項８～１２のいずれか１項に記載の複合材料の製造装置。

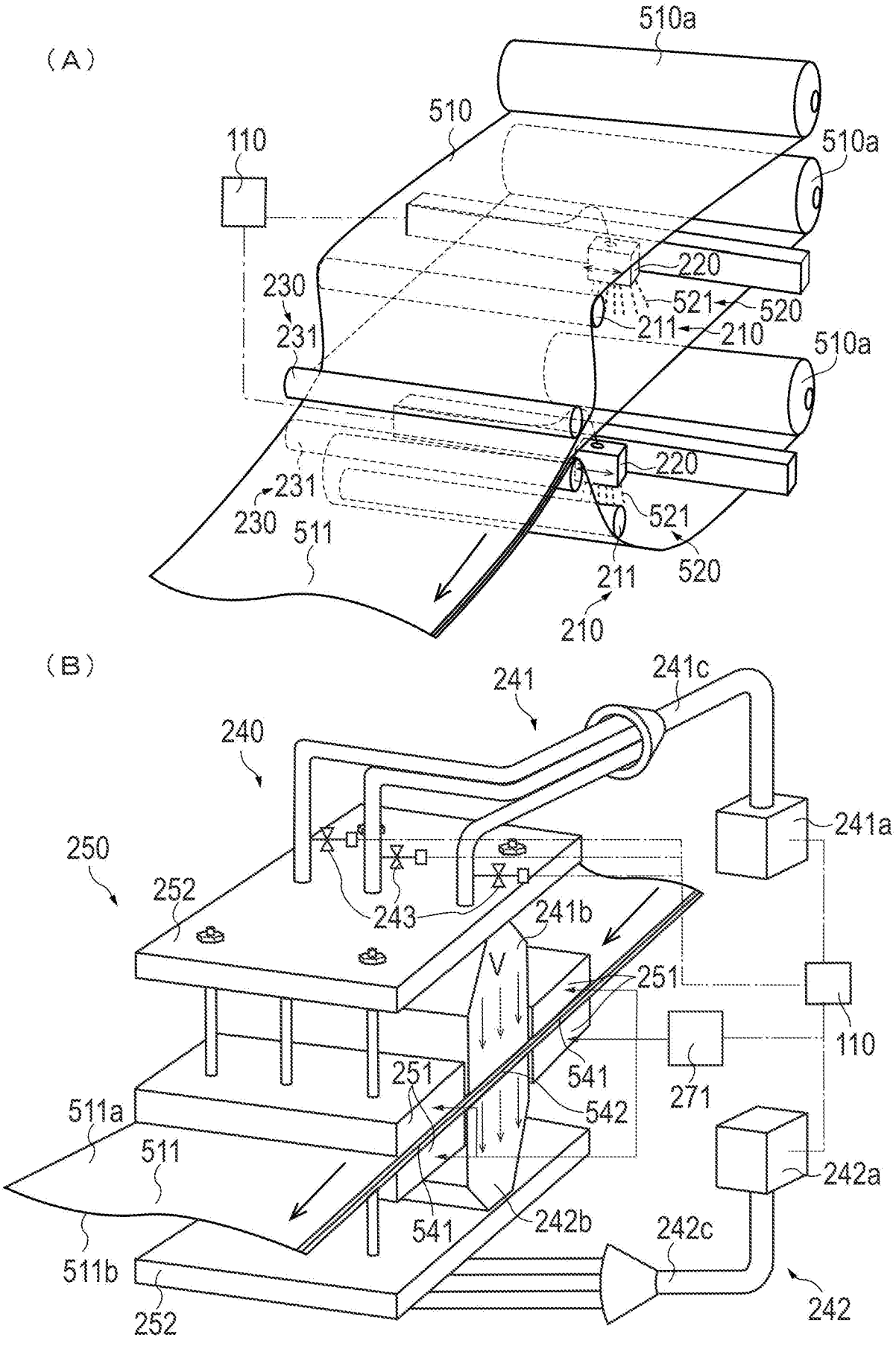
[請求項14] 接着性を発現した前記接着剤が配置された状態の前記積層体を切断線に沿って切断する切断部をさらに有し、

前記第１の領域は、前記切断線を含む、請求項８～１３のいずれか１項に記載の複合材料の製造装置。

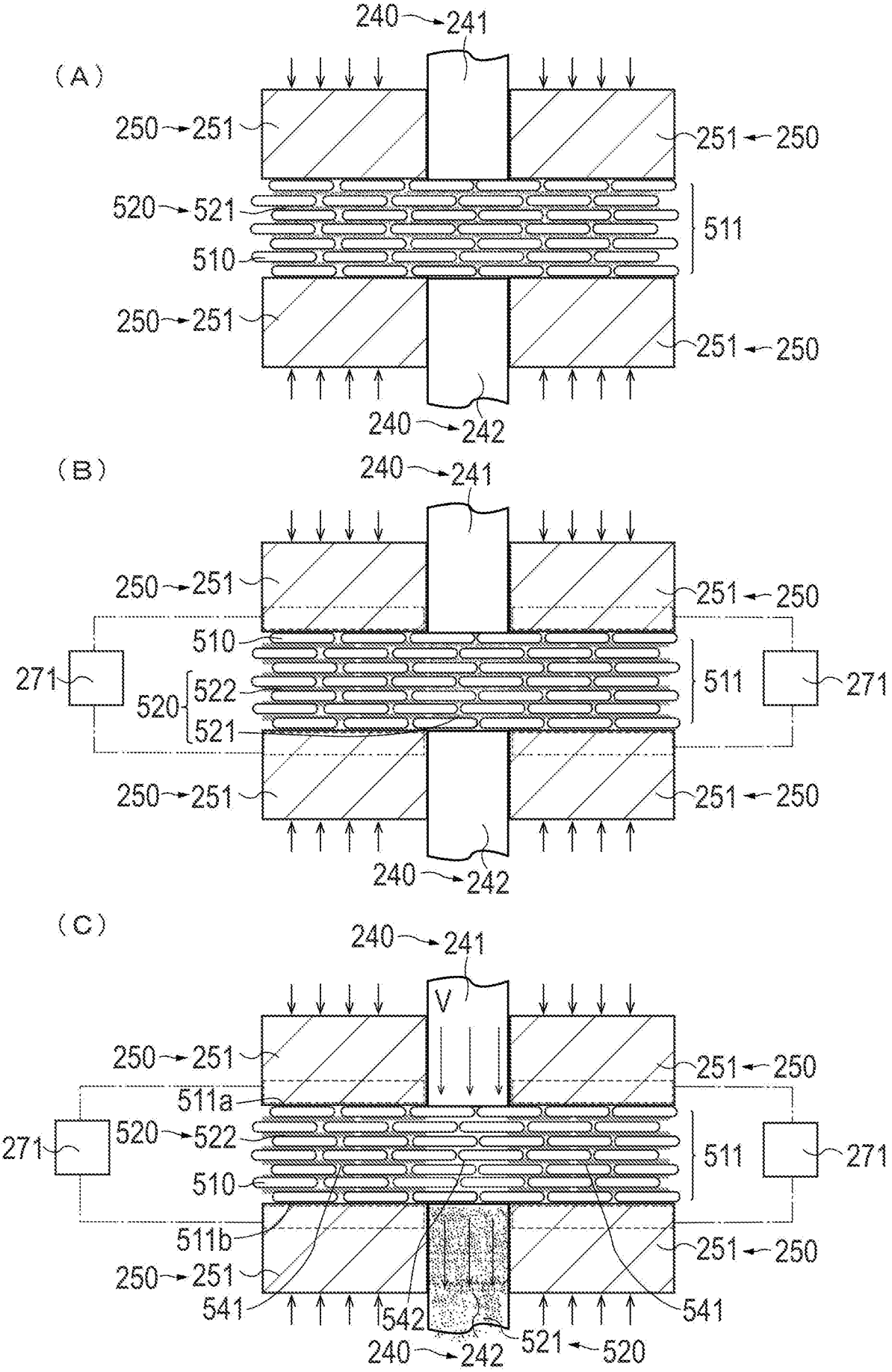
[図1]


100
付与工程
積層工程
配置・加熱・除去工程
切断工程
510a
210
211
271
270
510
220
520
521
230
231
250
240
260
511
212
加熱工程
予備成形工程
脱型工程
272
522
280
282
281
500
530
200
配置工程
樹脂硬化工程
脱型工程
310
311
312
330
340
600
400
300

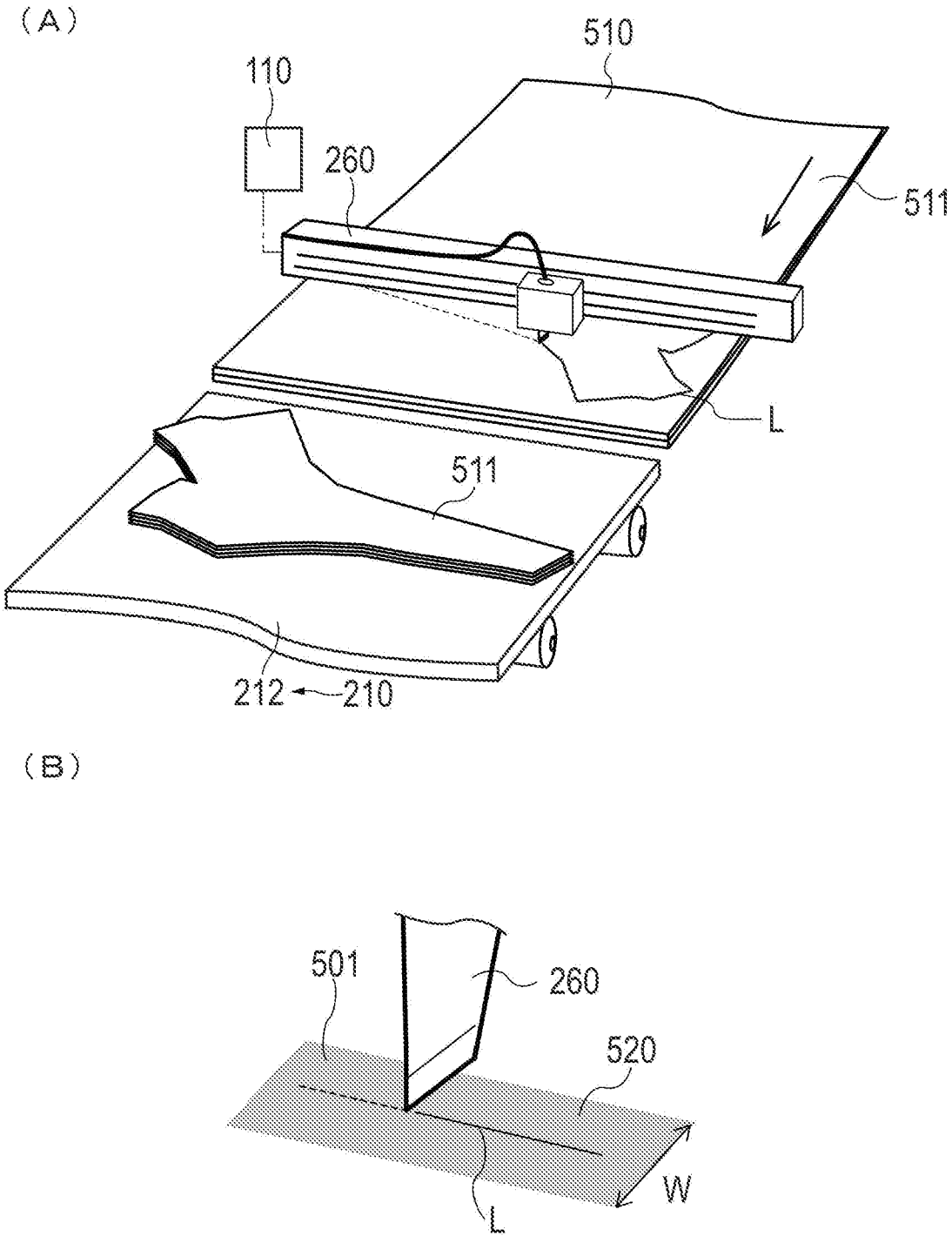
[図2]


（A）
510a
510
110
510a
220
230
521
520
231
211
210
510a
220
231
230
511
521
211
520
210
（B）
241
241c
240
241a
250
252
243
241b
V
251
110
251
541
271
542
511a
511
242a
541
242b
242c
511b
252
242

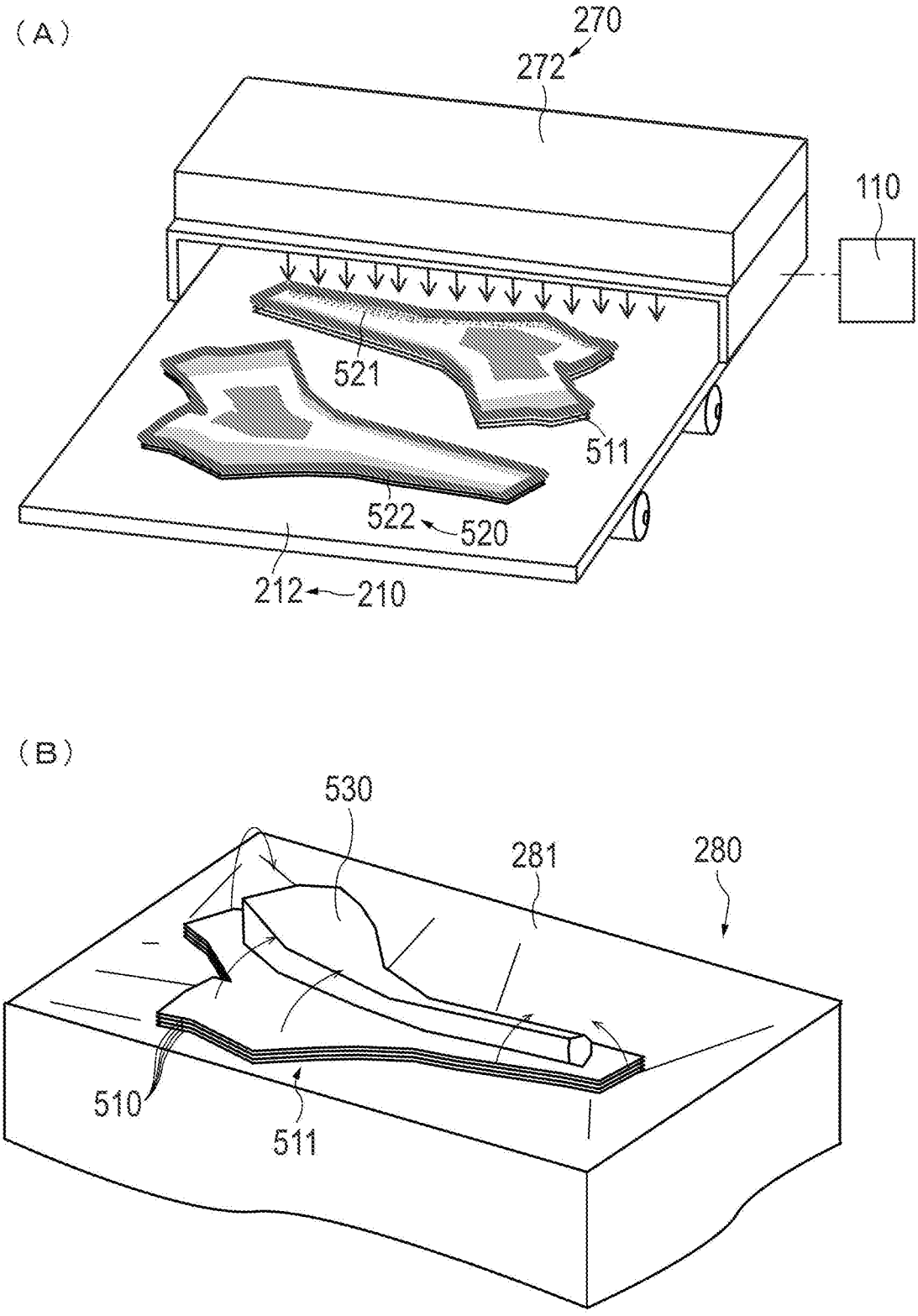
[図3]


（A）
240
241
250
251
251
250
520
521
511
510
250
251
251
250
240
242
（B）
240
241
250
251
251
250
510
271
511
271
520
522
521
250
251
251
250
240
242
（C）
240
241
V
250
251
251
250
511a
271
520
522
511
271
510
511b
251
250
250
251
541
542
541
521
520
240
242

[図4]

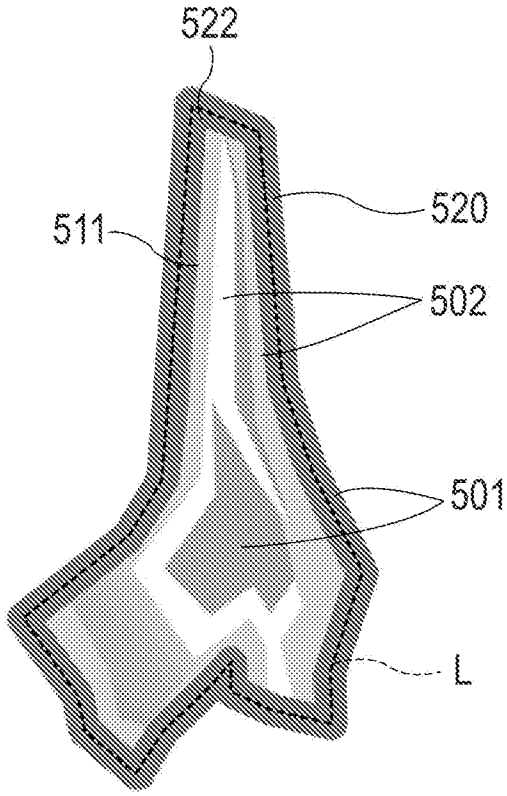


[図5]

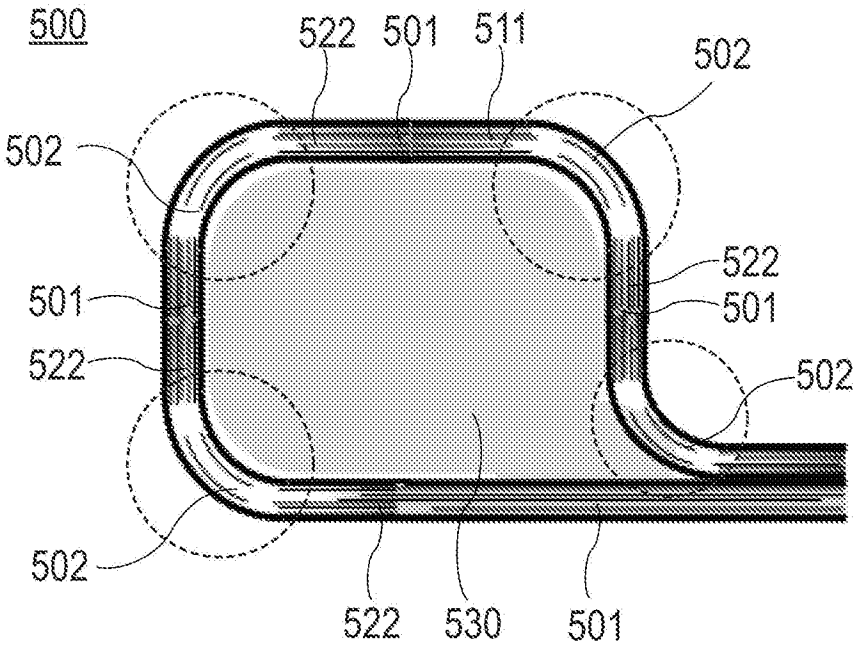


[図6]

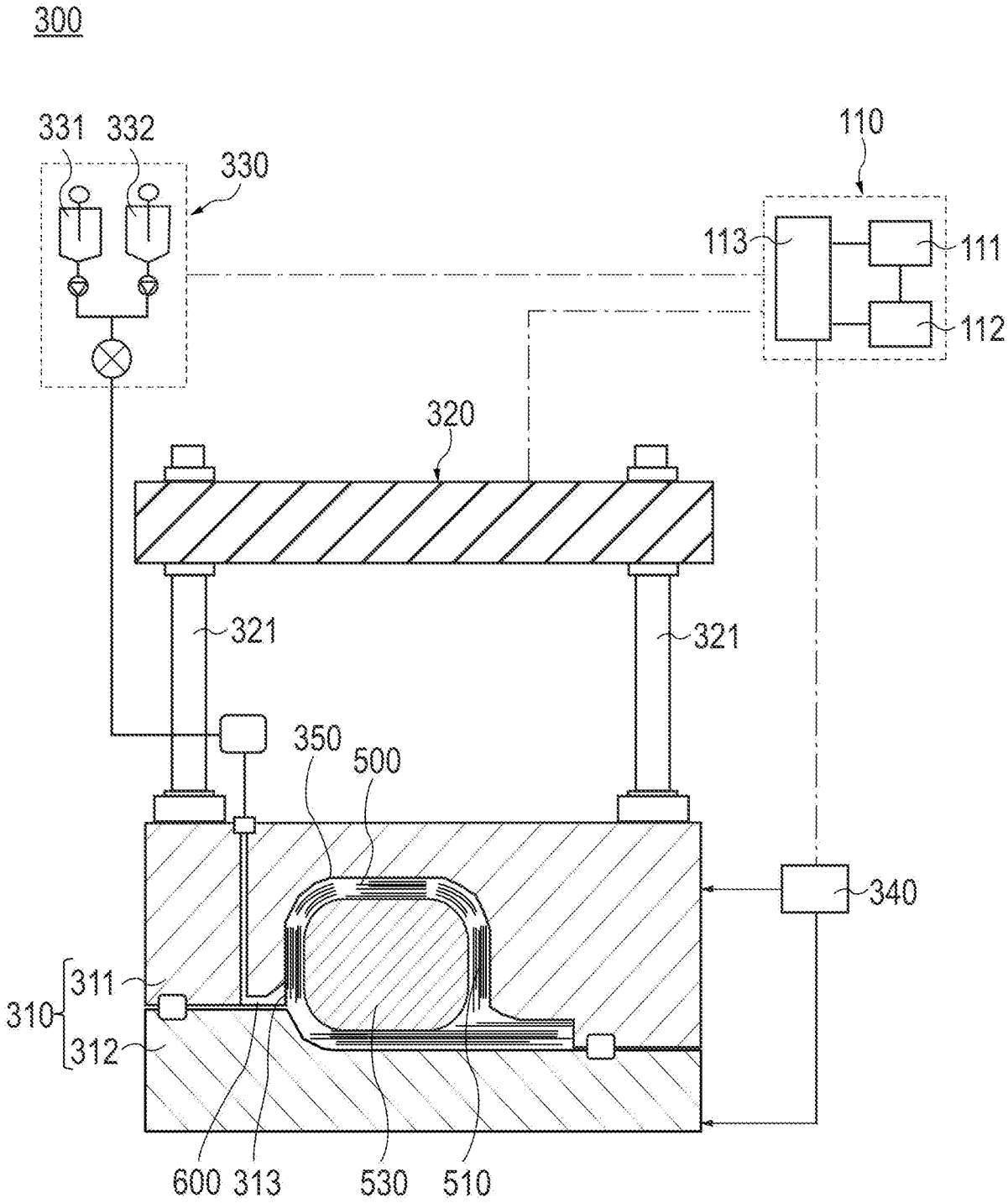
（A）


522
520
511
502
501
L

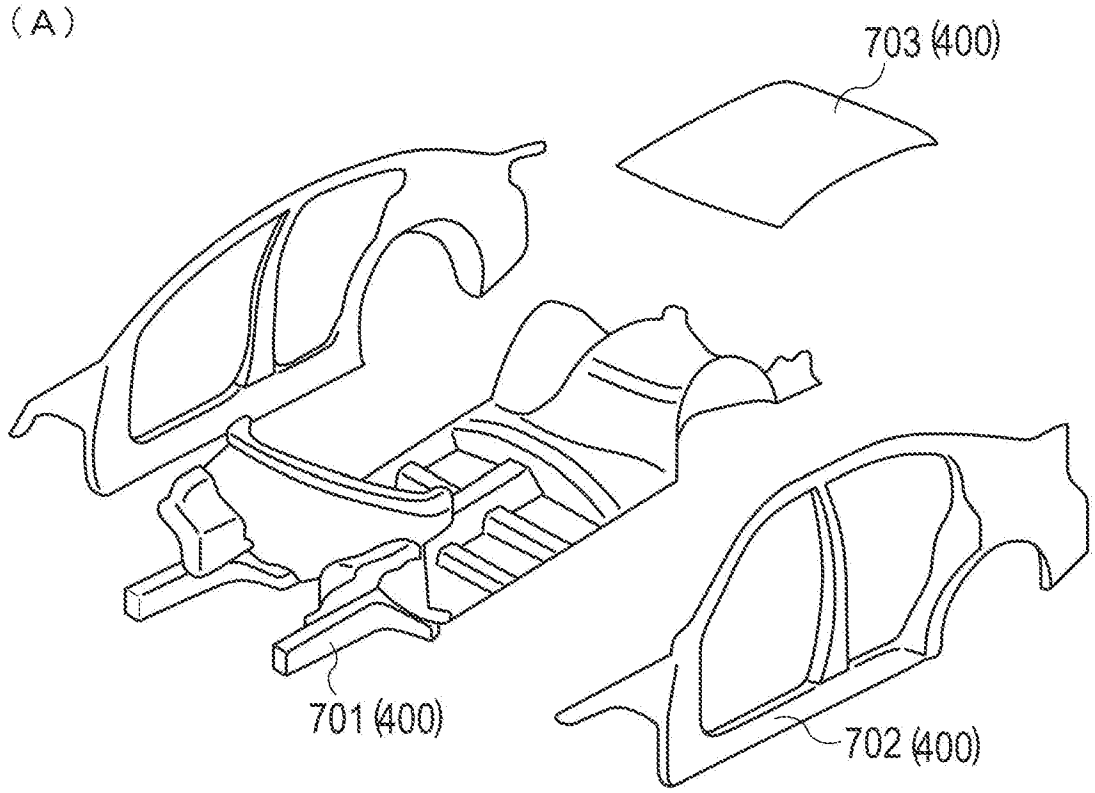
（B）


500
522
501
511
502
502
522
501
501
522
502
502
522
530
501

[図7]

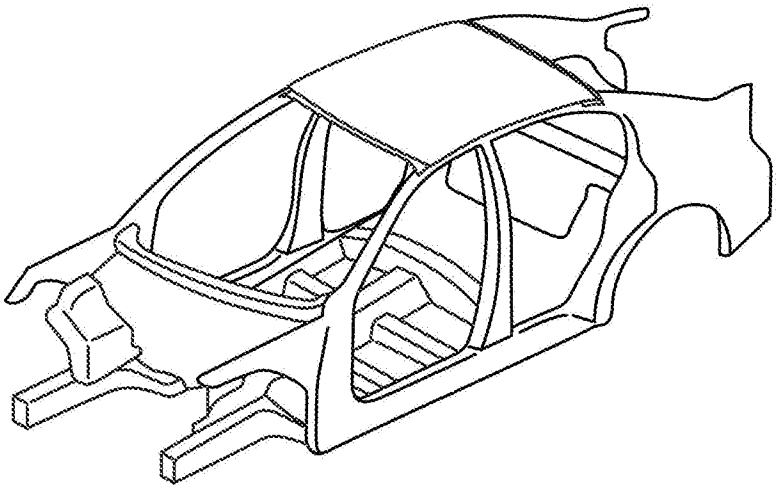

300
331
332
330
110
113
111
112
320
321
321
350
500
340
311
310
312
600
313
530
510

[図8]

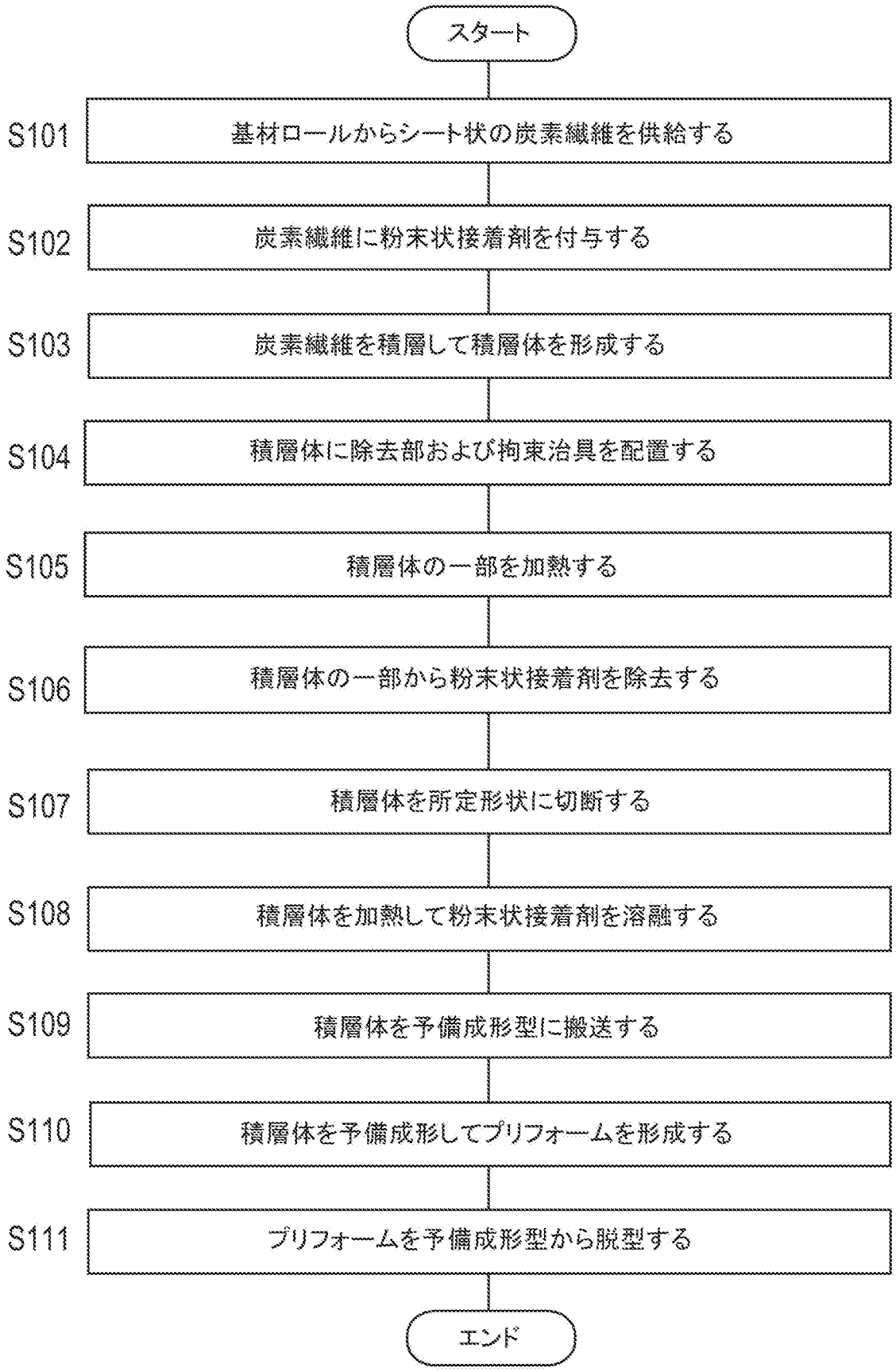


（B）

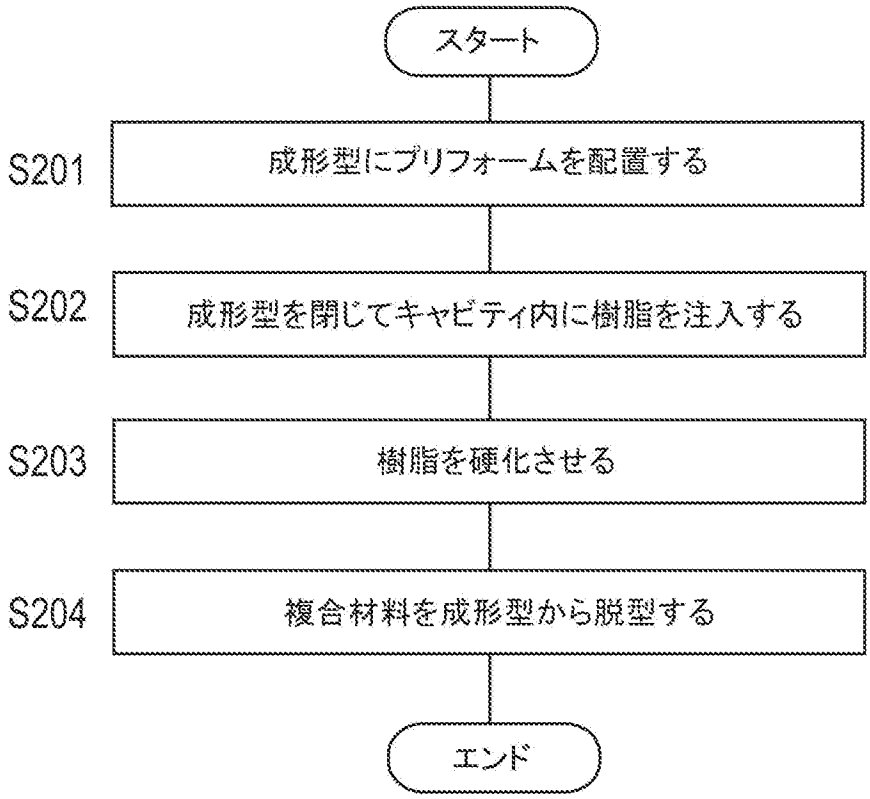
700



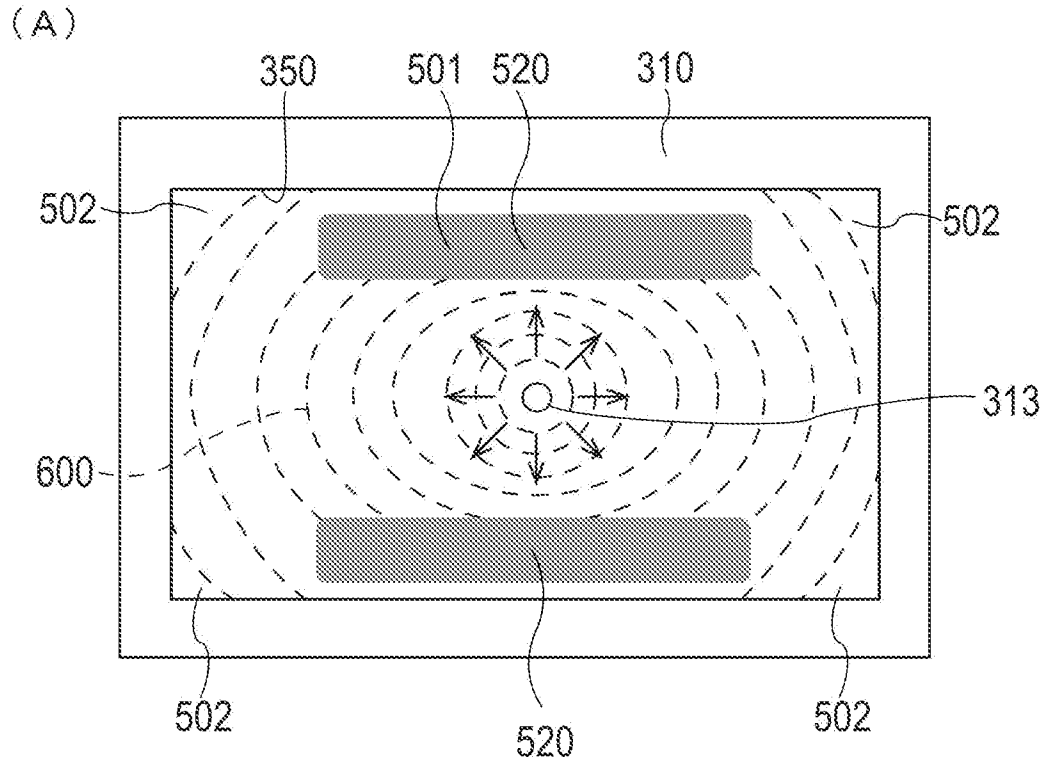
[図9]

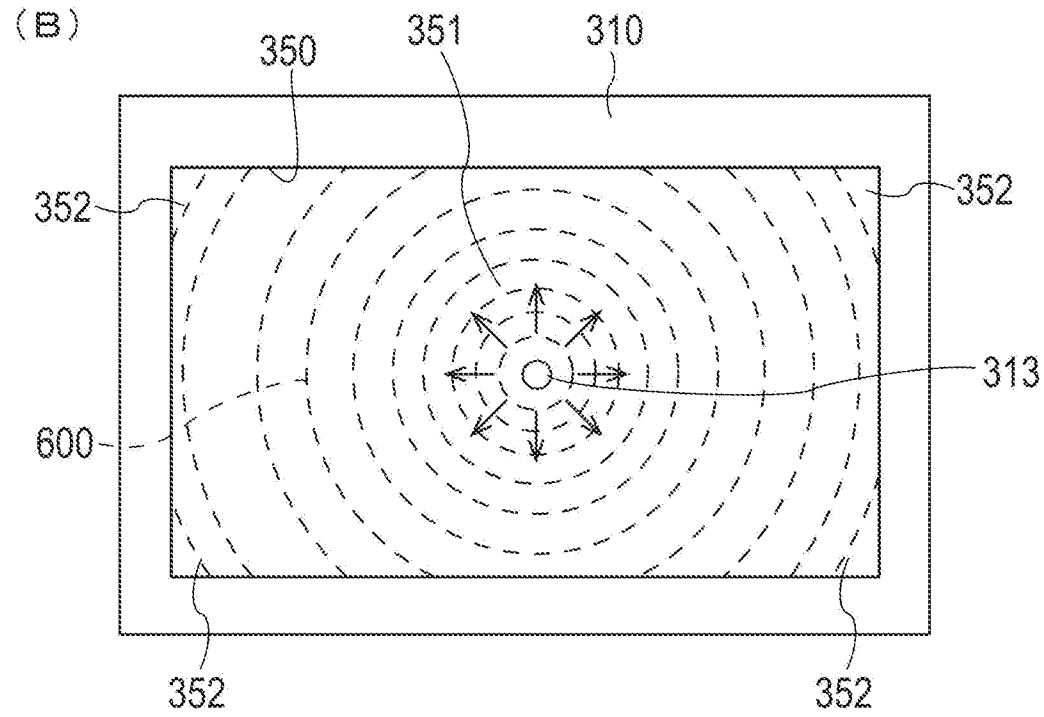

スタート
S101
基材ロールからシート状の炭素繊維を供給する
S102
炭素繊維に粉末状接着剤を付与する
S103
炭素繊維を積層して積層体を形成する
S104
積層体に除去部および拘束治具を配置する
S105
積層体の一部を加熱する
S106
積層体の一部から粉末状接着剤を除去する
S107
積層体を所定形状に切断する
S108
積層体を加熱して粉末状接着剤を溶融する
S109
積層体を予備成形型に搬送する
S110
積層体を予備成形してプリフォームを形成する
S111
プリフォームを予備成形型から脱型する
エンド

[図10]

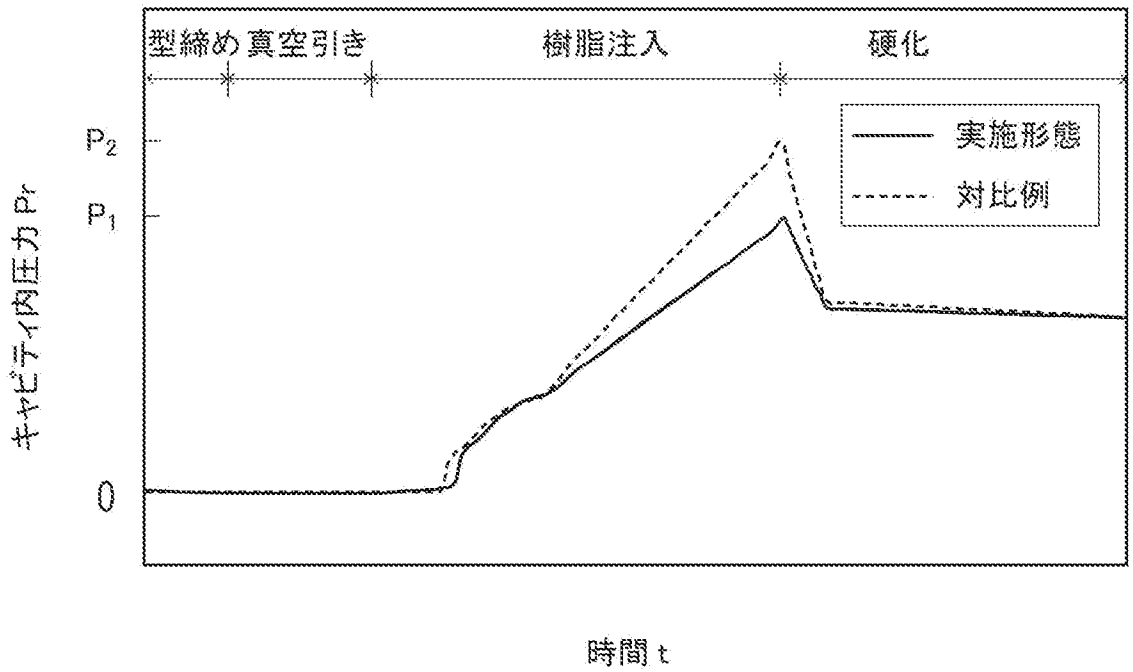

スタート
S201
成形型にプリフォームを配置する
S202
成形型を閉じてキャビティ内に樹脂を注入する
S203
樹脂を硬化させる
S204
複合材料を成形型から脱型する
エンド

[図11]

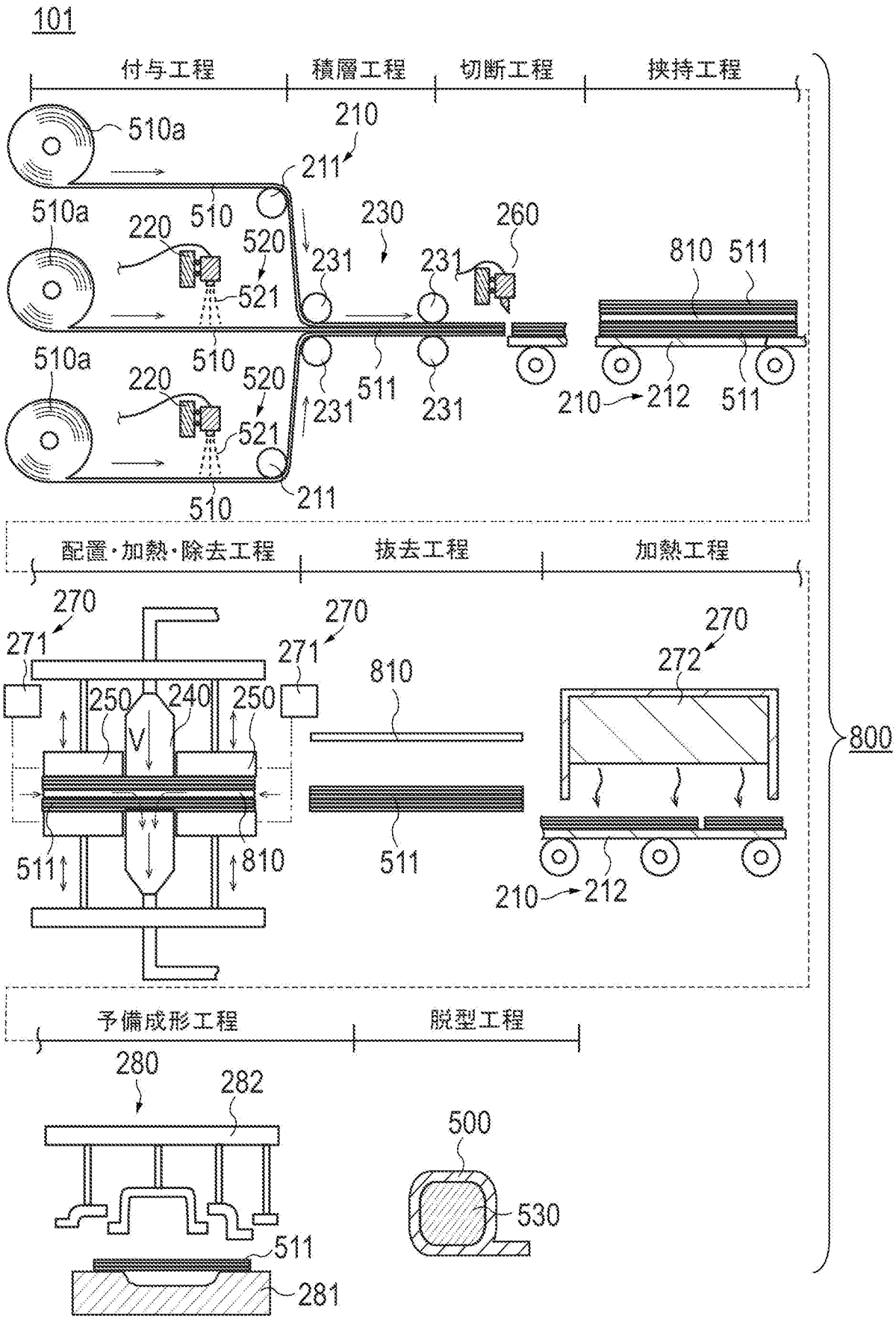

（A）
350
501
520
310
502
502
313
600
502
520
502


（B）
350
351
310
352
352
313
600
352
352

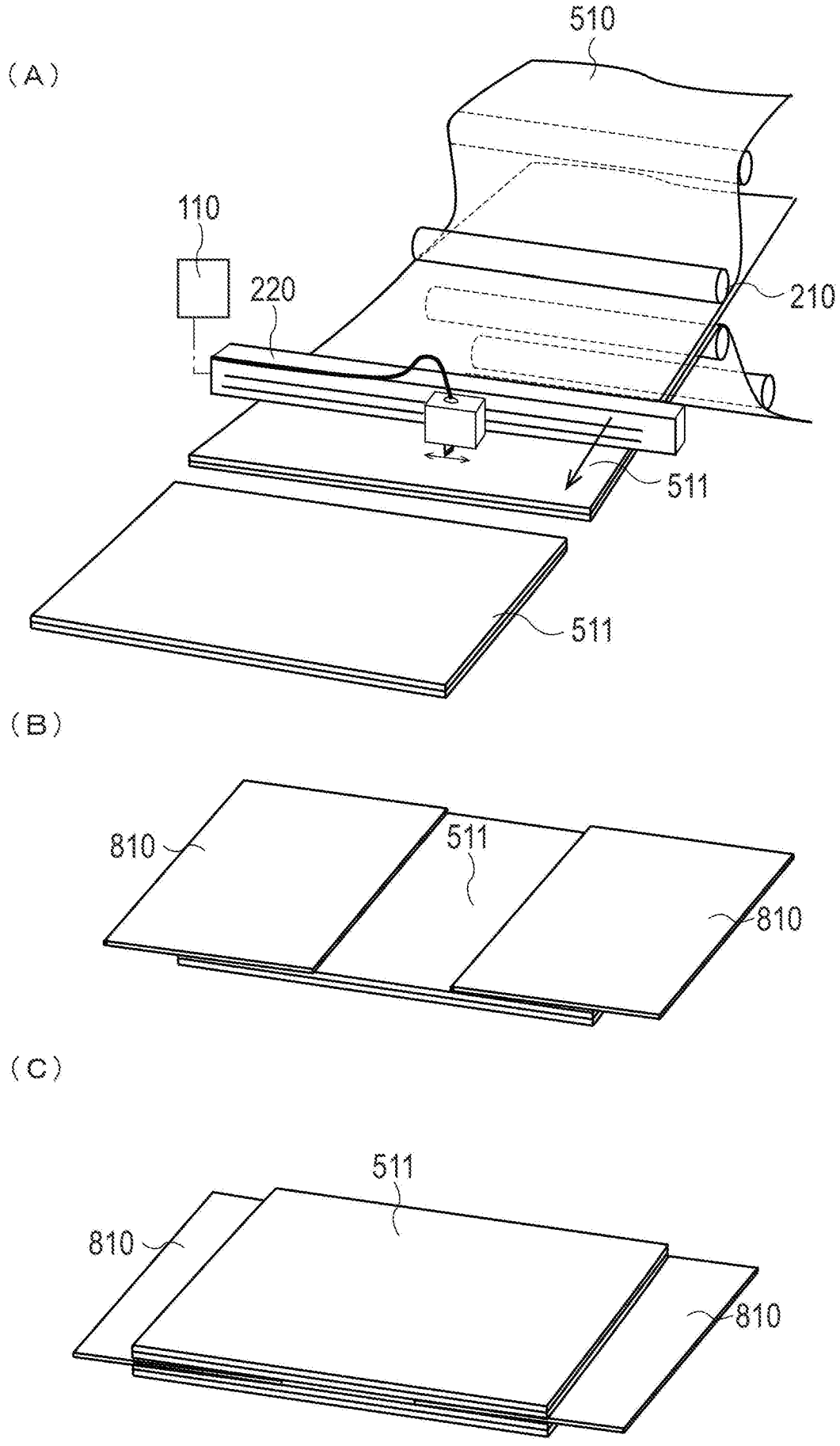
[図12]



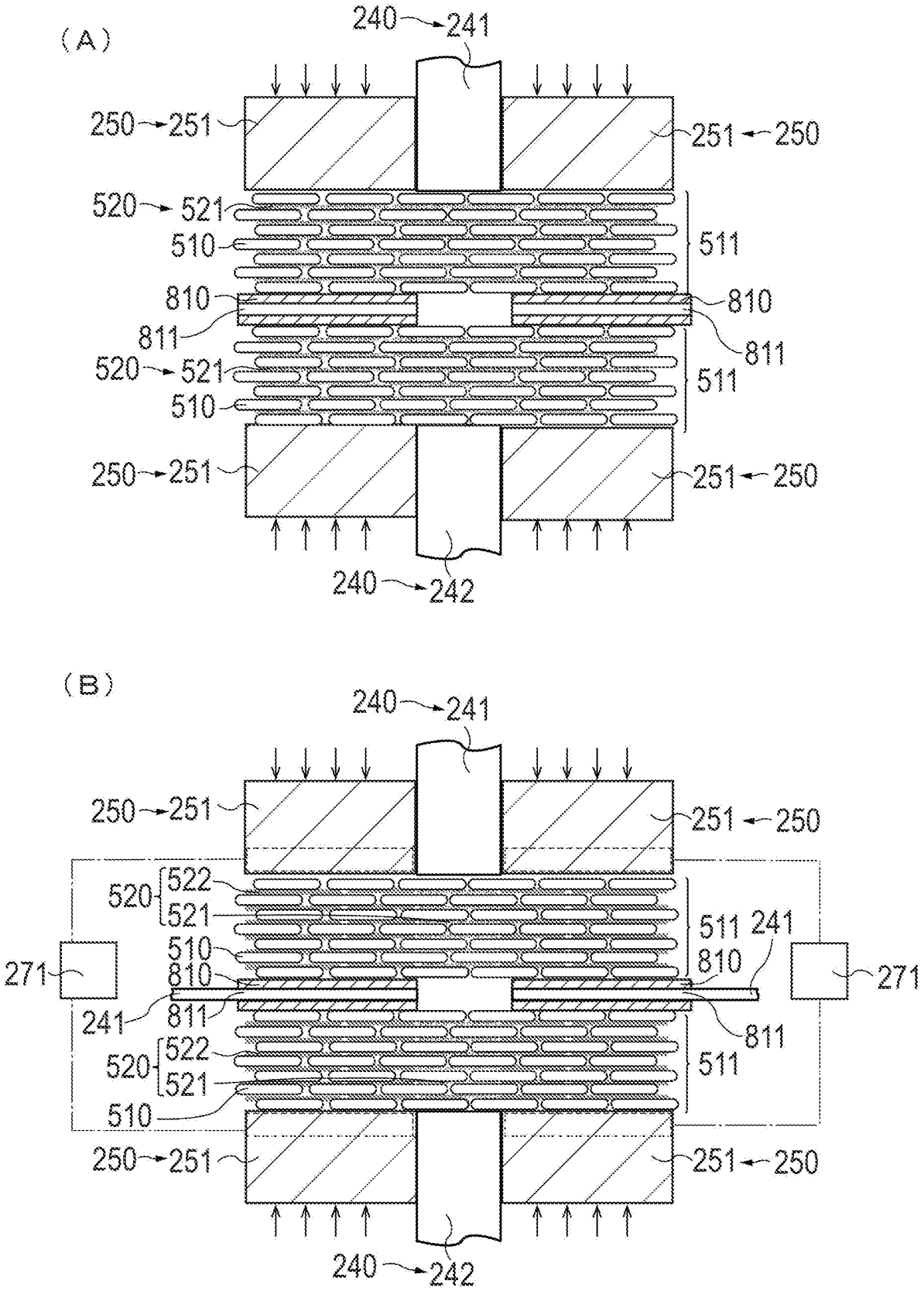
[図13]


101
付与工程
積層工程
切断工程
挟持工程
510a
210
211
510
220
520
521
230
231
260
810
511
212
配置・加熱・除去工程
抜去工程
加熱工程
270
271
250
240
272
予備成形工程
脱型工程
280
282
500
530
281
800

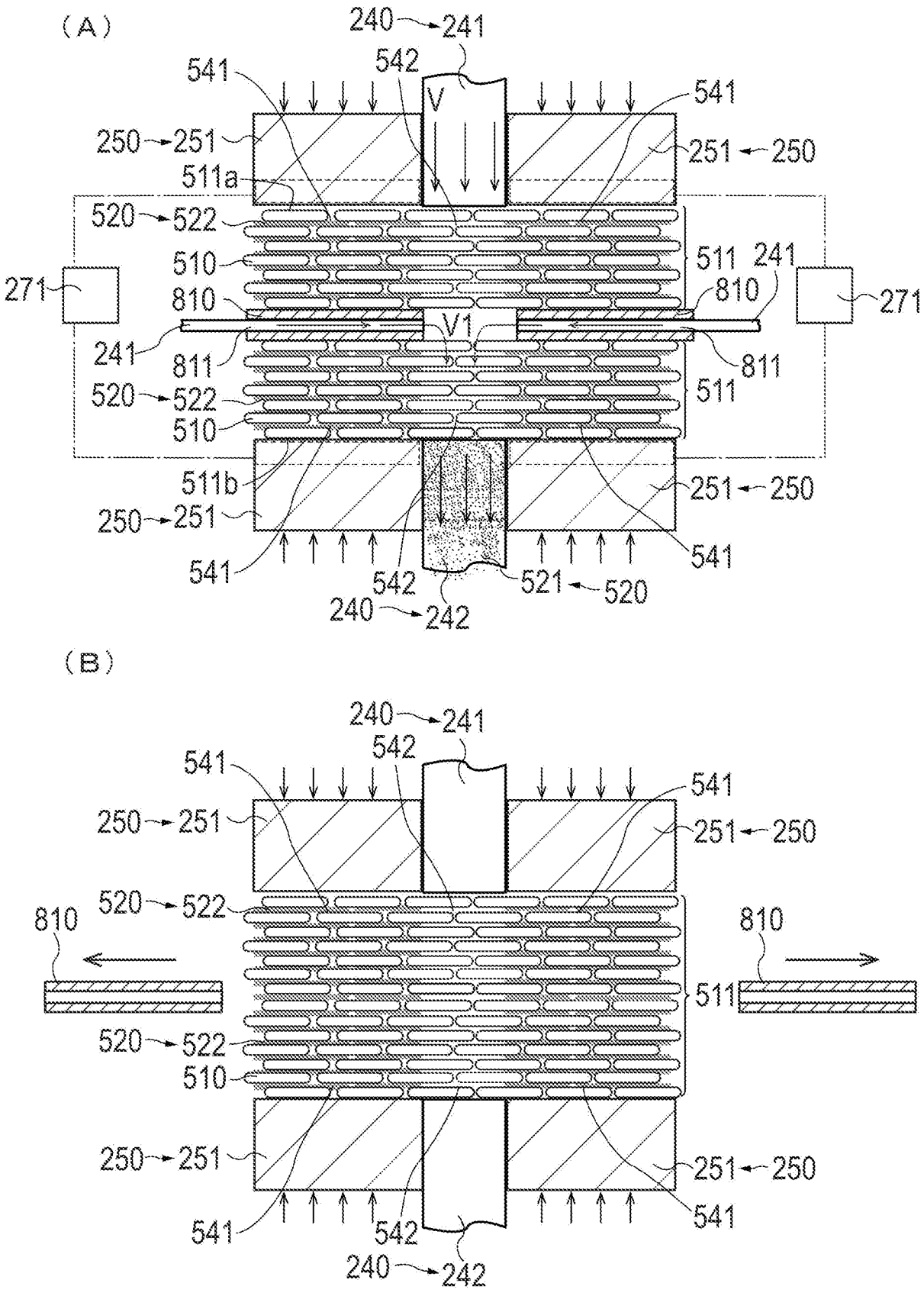
[図14]



[図15]


(A)
240
241
250
251
251
250
520
521
510
511
810
810
811
811
520
521
511
510
250
251
251
250
240
242
(B)
240
241
250
251
251
250
520
522
521
511
241
271
510
810
810
271
241
811
811
520
522
521
511
510
250
251
251
250
240
242

[図16]


（A）
240
241
541
542
V
541
250
251
251
250
511a
520
522
510
511
241
271
810
810
271
V1
241
811
811
520
522
511
510
511b
251
250
250
251
541
541
542
521
520
240
242
（B）
240
241
541
542
541
250
251
251
250
810
520
522
810
511
520
522
510
250
251
251
250
541
541
542
240
242

[図17]

スタート
S301
基材ロールからシート状の炭素繊維を供給する
S302
炭素繊維に粉末状接着剤を付与する
S303
炭素繊維を積層して積層体を形成する
S304
積層体を所定の長さに切断する
S305
積層体の層間に板状部材を挟み込む
S306
積層体に除去部および拘束治具を配置する
S307
積層体の一部を加熱する
S308
積層体の一部から粉末状接着剤を除去する
S309
板状部材を積層体の層間から引き抜く
S310
積層体を加熱して粉末状接着剤を溶融する
S311
積層体を予備成形型に搬送する
S312
積層体を予備成形してプリフォームを形成する
S313
プリフォームを予備成形型から脱型する
エンド

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/066662

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
B29B15/08(2006.01)i, *B29C39/10*(2006.01)i, *B29C70/16*(2006.01)i, *B32B37/12*(2006.01)i, *C08J5/04*(2006.01)i, *B29K101/10*(2006.01)n

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, B29C39/10, B29C43/10, B29C70/16, B32B5/28, B32B37/12, C08J5/02-5/10;5/24, B29K101/10

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	1996-2016
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2016	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2016

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.
A	WO 2015/146668 A1 (Honda Motor Co., Ltd.), 01 October 2015 (01.10.2015), entire text; particularly, claims; paragraphs [0038] to [0050]; fig. 1 to 9 (Family: none)	1-14
A	JP 2007-276453 A (Toray Industries, Inc.), 25 October 2007 (25.10.2007), entire text (Family: none)	1-14
A	JP 2006-256202 A (Toray Industries, Inc.), 28 September 2006 (28.09.2006), entire text (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	Date of mailing of the international search report
23 August 2016 (23.08.16)	06 September 2016 (06.09.16)

Name and mailing address of the ISA/	Authorized officer
Japan Patent Office 3-4-3,Kasumigaseki,Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915,Japan	Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2016/066662

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 2007-126793 A (Toho Tenax Co., Ltd.), 24 May 2007 (24.05.2007), entire text (Family: none)	1-14
A	WO 2015/079917 A1 (Toray Industries, Inc.), 04 June 2015 (04.06.2015), entire text & JP 5954441 B & CN 105745258 A	1-14

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ２０１６／０６６６６２

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Int.Cl.　B29B15/08(2006.01)i, B29C39/10(2006.01)i, B29C70/16(2006.01)i, B32B37/12(2006.01)i, C08J5/04(2006.01)i, B29K101/10(2006.01)n

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.　B29B11/16, B29B15/08-15/14, B29C39/10, B29C43/10, B29C70/16, B32B5/28, B32B37/12, C08J5/02-5/10;5/24, B29K101/10

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	１９７１－２０１６年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０１６年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０１６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
Ａ	WO 2015/146668 A1 (本田技研工業株式会社) 2015.10.01, 文献全体、特に請求の範囲、[0038]－[0050]、[図 1]－[図 9] (ファミリーなし)	１－１４
Ａ	JP 2007-276453 A (東レ株式会社) 2007.10.25, 文献全体 (ファミリーなし)	１－１４
Ａ	JP 2006-256202 A (東レ株式会社) 2006.09.28, 文献全体 (ファミリーなし)	１－１４

☑　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	国際調査報告の発送日
２３．０８．２０１６	０６．０９．２０１６

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）　４Ｆ　３９７３
大村　博一
電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３４３０

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 2007-126793 A（東邦テナックス株式会社）2007.05.24，文献全体（ファミリーなし）	１－１４
Ａ	WO 2015/079917 A1（東レ株式会社）2015.06.04，文献全体 & JP 5954441 B & CN 105745258 A	１－１４