(12) 特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2021年9月30日(30.09.2021)

WIPO | PCT

(10) 国際公開番号
WO 2021/193524 A1

(51) 国際特許分類:
B29C 33/76 (2006.01) *B29C 70/54* (2006.01)
B29C 43/36 (2006.01)

(21) 国際出願番号： PCT/JP2021/011690

(22) 国際出願日： 2021年3月22日(22.03.2021)

(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 2020-056726 2020年3月26日(26.03.2020) JP

(71) 出願人: 三菱ケミカル株式会社(**MITSUBISHI CHEMICAL CORPORATION**) [JP/JP]; 〒1008251 東京都千代田区丸の内一丁目１番１号 Tokyo (JP).

(72) 発明者: 高野 恒男 (**TAKANO Tsuneo**); 〒1008251 東京都千代田区丸の内一丁目１番１号 三菱ケミカル株式会社内 Tokyo (JP). 加地 暁(**KAJI Satoshi**); 〒1008251 東京都千代田区丸の内一丁目１番１号 三菱ケミカル株式会社内 Tokyo (JP). 本間 孝志(**HONMA Takashi**); 〒1008251 東京都千代田区丸の内一丁目１番１号 三菱ケミカル株式会社内 Tokyo (JP).

(74) 代理人: 田▲崎▼ 聡, 外 (**TAZAKI Akira** et al.); 〒1006620 東京都千代田区丸の内一丁目９番２号 Tokyo (JP).

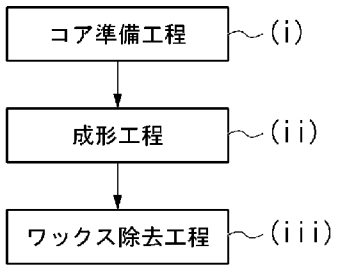
(81) 指定国(表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DJ, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, IT, JO, JP, KE, KG, KH, KN, KP, KR, KW, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU,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

(84) 指定国(表示のない限り、全ての種類の広域保護が可能): ARIPO (BW, GH, GM, KE, LR, LS, MW, MZ, NA, RW, SD, SL, ST, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY, KG, KZ, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AL, AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MK, MT, NL, NO, PL, PT, RO, RS,

(54) **Title:** METHOD FOR MANUFACTURING FIBER-REINFORCED RESIN PRODUCT, AND CORE

(54) 発明の名称： 繊維強化樹脂製品の製造方法およびコア

[図1]



(i) Core preparation step
(ii) Molding step
(iii) Wax removal step

(57) **Abstract:** The present disclosure provides a beneficial improvement in a method for manufacturing a fiber-reinforced resin product, the method comprising curing a prepreg preform under pressure using a core made of wax. The present disclosure pertains to a method for manufacturing a fiber-reinforced resin product, the method mainly comprising: a molding step in which a prepreg preform is placed in a mold together with a core, which is composed of a meltable portion made of wax and an outer skin covering the meltable portion, and the prepreg preform is heated and pressed in the mold to obtain a cured product; and a wax removal step for removing the wax from the cured product, wherein in the molding step, at least a portion of the prepreg preform is pressurized by the expansion of the core. In one example, the molding temperature in the molding step is 140 ° C or higher, at least a portion of the prepreg preform has a thickness of 1 mm or more, and the meltable portion has a first meltable portion made of a first wax having a melting point below 80°C.

WO 2021/193524 A1

[続葉有]

SE, SI, SK, SM, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, KM, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類：

一　国際調査報告（条約第21条(3)）

(57) 要約：本開示は、ワックスからなるコアを用いてプリプレグ予備成形体を加圧しながら硬化させることを含む繊維強化樹脂製品の製造方法に関する、有益な改良を提供する。 本開示は、主として、プリプレグ予備成形体を、ワックスからなる可融部と前記可融部を覆う外皮とからなるコアと共に金型内に配置し、該金型内で加熱および加圧して硬化物とする成形工程と、該硬化物から該ワックスを除去するワックス除去工程とを有し、該成形工程では該プリプレグ予備成形体の少なくとも一部が該コアの膨張により加圧される、繊維強化樹脂製品の製造方法に関する。一例において、該成形工程における成形温度は１４０℃以上であり、該プリプレグ予備成形体が少なくとも一部で１ｍｍ以上の厚さを有し、該可融部が融点８０℃未満の第一ワックスからなる第一可融部を有する。

明　細　書

発明の名称 ： 繊維強化樹脂製品の製造方法およびコア

技術分野

[0001] 本発明は、主として、繊維強化樹脂製品の製造方法および繊維強化樹脂製品の製造に用いられるコアに関する。

本願は、２０２０年０３月２６日に、日本国特許庁に出願された特願２０２０－０５６７２６号に基づき優先権を主張し、その内容をここに援用する。

背景技術

[0002] 繊維強化樹脂（FRP; Fiber Reinforced Plastic）製品は、自動車用の補強部材（reinforcement）を含む様々な用途で使用されている。

中空部や断面Ｕ字形部を有するＦＲＰ製品の成形方法として、プリプレグ予備成形体（prepreg preform）をワックスからなるコアと共に金型内に配置し、該金型内で該コアを膨張させることにより、加圧しながら硬化させる方法が提案されている（特許文献１）。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：国際公開第２０１８／０７９８２４号

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] 本発明は、ワックスからなるコアを用いてプリプレグ予備成形体を加圧しながら硬化させることを含む繊維強化樹脂製品の製造方法に関する、有益な改良を提供することを主たる目的とする。

本発明の各実施形態により解決される課題は、本明細書中に明示的または黙示的に開示される場合がある。

課題を解決するための手段

[0005] 本発明の実施形態は以下を含むが、これらに限定されるものではない。

［１］プリプレグ予備成形体を、ワックスからなる可融部と前記可融部を覆う外皮とからなるコアと共に金型内に配置し、前記金型内で加熱および加圧して硬化物とする成形工程と、前記硬化物から前記ワックスを除去するワックス除去工程とを有し、前記成形工程では前記プリプレグ予備成形体の少なくとも一部が前記コアの膨張により加圧される、繊維強化樹脂製品の製造方法であって、前記成形工程における成形温度が１４０℃以上であり、前記プリプレグ予備成形体が少なくとも一部で１ｍｍ以上の厚さを有し、前記可融部が融点８０℃未満の第一ワックスからなる第一可融部を有する、製造方法。

［２］前記第一可融部が前記外皮と接している、［１］に記載の製造方法。

［３］前記成形工程の前に前記コアを予備加熱する、［１］または［２］に記載の製造方法。

［４］高周波電磁界下で発熱する性質を有する材料の粒子を前記可融部が含有し、前記予備加熱が誘導加熱により行われる、［３］に記載の製造方法。

［５］マイクロ波を吸収して発熱する性質を有する材料の粒子を前記可融部が含有し、前記予備加熱がマイクロ波加熱により行われる、［３］に記載の製造方法。

［６］前記可融部が前記第一可融部のみからなる、［１］～［５］のいずれかに記載の製造方法。

［７］前記可融部が、前記第一可融部と、融点が前記第一ワックスより高く前記第一ワックスと相溶しない第二ワックスからなる第二可融部とからなる、［１］～［５］のいずれかに記載の製造方法。

［８］前記第一ワックスと前記第二ワックスの一方が極性基を有する有機化合物を含有するワックスであり、他方が炭化水素を主成分とするワックスである、［７］に記載の製造方法。

［９］前記プリプレグ予備成形体がＳＭＣを含む、［１］～［８］のいずれかに記載の製造方法。

［１０］前記成形工程では、複数の前記プリプレグ予備成形体を、その各々

がひとつの前記コアを内側に包むように前記金型内に配置し、前記金型内で加熱および加圧してひとつの硬化物とする、［１］～［９］のいずれかに記載の製造方法。

［１１］前記金型が、下型と上型とスライドコアとにより形成されるキャビティを備える、［１］～［１０］のいずれかに記載の製造方法。

［１２］プリプレグを金型内で加熱および加圧して硬化させることにより繊維強化樹脂製品を製造するときに、前記プリプレグと共に前記金型内に配置されるコアであって、ワックスからなる可融部と前記可融部を覆う外皮とからなり、前記可融部が融点８０℃未満の第一ワックスからなる第一可融部を有する、コア。

［１３］前記第一可融部が前記外皮と接している、［１２］に記載のコア。

［１４］高周波電磁界下で発熱する性質を有する材料の粒子を前記可融部に含有する、［１２］または［１３］に記載のコア。

［１５］マイクロ波を吸収して発熱する性質を有する材料の粒子を前記可融部に含有する、［１２］または［１３］に記載のコア。

［１６］前記可融部が前記第一可融部のみからなる、［１２］～［１５］のいずれかに記載のコア。

［１７］前記可融部が、前記第一可融部と、融点が前記第一ワックスより高く前記第一ワックスと相溶しない第二ワックスからなる第二可融部とからなる、［１２］～［１５］のいずれかに記載のコア。

［１８］前記第一ワックスと第二ワックスの一方が極性基を有する有機化合物を含有するワックスであり、他方が炭化水素を主成分とするワックスである、［１７］に記載のコア。

［１９］プリプレグを金型内で加熱および加圧して硬化させることにより繊維強化樹脂製品を製造するときに、前記プリプレグと共に前記金型内に配置されるコアであって、ワックスからなる可融部と前記可融部を覆う外皮とからなり、高周波電磁界下で発熱する性質を有する材料の粒子を前記可融部に含有する、コア。

［２０］前記可融部が、第一ワックスからなる第一可融部と、融点が前記第一ワックスより高く前記第一ワックスと相溶しない第二ワックスからなる第二可融部とからなる、［１９］に記載のコア。

［２１］前記第一可融部が前記外皮と接している、［２０］に記載のコア。

［２２］前記第一ワックスと第二ワックスの一方が極性基を有する有機化合物を含有するワックスであり、他方が炭化水素を主成分とするワックスである、［２０］または［２１］に記載のコア。

［２３］［１９］～［２２］のいずれかに記載のコアと共にプリプレグを金型内に配置し、該金型内で加熱および加圧して硬化物とする成形工程と、該コアの可融部をなすワックスを該硬化物から除去するワックス除去工程とを有し、該成形工程の前に該コアが誘導加熱により予備加熱され、該成形工程では該コアの可融部が少なくとも一部融解するとともに、該プリプレグの少なくとも一部が該コアの膨張により加圧される、繊維強化樹脂製品の製造方法。

［２４］プリプレグを金型内で加熱および加圧して硬化させることにより繊維強化樹脂製品を製造するときに、前記プリプレグと共に前記金型内に配置されるコアであって、ワックスからなる可融部と前記可融部を覆う外皮とからなり、マイクロ波を吸収して発熱する性質を有する材料の粒子を前記可融部に含有する、コア。

［２５］前記可融部が、第一ワックスからなる第一可融部と、融点が前記第一ワックスより高く前記第一ワックスと相溶しない第二ワックスからなる第二可融部とからなる、［２４］に記載のコア。

［２６］前記第一可融部が前記外皮と接している、［２５］に記載のコア。

［２７］前記第一ワックスと第二ワックスの一方が極性基を有する有機化合物を含有するワックスであり、他方が炭化水素を主成分とするワックスである、［２５］または［２６］に記載のコア。

［２８］［２４］～［２７］のいずれかに記載のコアと共にプリプレグを金型内に配置し、前記金型内で加熱および加圧して硬化物とする成形工程と、

前記コアの可融部をなすワックスを前記硬化物から除去するワックス除去工程とを有し、前記成形工程の前に前記コアがマイクロ波加熱により予備加熱され、前記成形工程では前記コアの可融部が少なくとも一部融解するとともに、前記プリプレグの少なくとも一部が前記コアの膨張により加圧される、繊維強化樹脂製品の製造方法。

［２９］［１２］～［２２］および［２４］～［２７］のいずれかに記載のコアと共にプリプレグを金型内に配置し、前記金型内で加熱および加圧して硬化させることを含む、繊維強化樹脂製品の製造方法。

［３０］コアと共にプリプレグを金型内に配置し、前記金型内で加熱および加圧して硬化させることを含む繊維強化樹脂製品の製造方法における、［１２］～［２２］および［２４］～［２７］のいずれかに記載のコアの使用。

［３１］ワックスからなる可融部と前記可融部を覆う外皮とからなるコアがプリプレグシートで包まれたコア内包部を有するプリプレグ予備成形体を、金型内で加熱および加圧して、中空部を有する硬化物とする成形工程と、前記中空部の内部から前記ワックスを除去するワックス除去工程とを有する、繊維強化樹脂製品の製造方法であって、前記プリプレグ予備成形体が前記コア内包部に形成された貫通孔を有し、前記貫通孔にエラストマー栓が挿入されている、製造方法。

［３２］前記エラストマー栓の少なくとも一部に、前記貫通孔への挿入方向に沿ってテーパーがつけられている、［３１］に記載の製造方法。

［３３］前記エラストマー栓は、前記貫通孔への挿入方向に直交する断面の径が大きい側を前記コアに向けて前記貫通孔に挿入されている、［３２］に記載の製造方法。

［３４］前記エラストマー栓は、側面に突起または窪みを有する、［３１］～［３３］のいずれかに記載の製造方法。

［３５］前記ワックス除去工程では、金属チューブの一方端を前記エラストマー栓に突き刺して貫通させ、前記金属チューブを通して前記ワックスの全部または一部を前記中空部から排出させる、［３１］～［３４］のいずれか

に記載の製造方法。

［３６］前記ワックス除去工程では、前記金属チューブの少なくとも一部を加熱する、［３５］に記載の製造方法。

［３７］前記金属チューブの他方端が回収容器に接続されている、［３５］または［３６］に記載の製造方法。

［３８］前記成形工程の前に前記コアを予備加熱する、［３１］～［３７］のいずれかに記載の製造方法。

［３９］高周波電磁界下で発熱する性質を有する材料の粒子を前記可融部が含有しており、前記予備加熱が誘導加熱により行われる、［３８］に記載の製造方法。

［４０］マイクロ波を吸収して発熱する性質を有する材料の粒子を前記可融部が含有しており、前記予備加熱がマイクロ波加熱により行われる、［３８］に記載の製造方法。

［４１］前記コア内包部において前記プリプレグ予備成形体の少なくとも一部が１ｍｍ以上の厚さを有し、前記可融部が融点８０℃未満の第一ワックスからなる第一可融部を有し、前記成形工程における成形温度が１４０℃以上である、［３１］～［４０］のいずれかに記載の製造方法。

［４２］前記第一可融部が前記外皮と接している、［４１］に記載の製造方法。

［４３］前記可融部が前記第一可融部のみからなる、［４１］または［４２］に記載の製造方法。

［４４］前記可融部が、前記第一可融部と、融点が前記第一ワックスより高く前記第一ワックスと相溶しない第二ワックスからなる第二可融部とからなる、［４１］または［４２］に記載の製造方法。

［４５］前記第一ワックスと前記第二ワックスの一方が極性基を有する有機化合物を含有するワックスであり、他方が炭化水素を主成分とするワックスである、［４４］に記載の製造方法。

［４６］前記プリプレグ予備成形体がＳＭＣを含む、［４１］～［４５］の

いずれかに記載の製造方法。

［４７］プリプレグ予備成形体を、ワックスからなる可融部と前記可融部を覆う外皮とからなるコアと共に金型内に配置し、前記金型内で加熱および加圧して硬化物とする成形工程と、前記硬化物から前記ワックスを除去するワックス除去工程とを有し、前記成形工程では前記プリプレグ予備成形体の少なくとも一部が前記コアの膨張により加圧される、繊維強化樹脂製品の製造方法であって、前記成形工程の前に前記コアを予備加熱する製造方法。

［４８］前記可融部が融点８０℃未満の第一ワックスからなる第一可融部を有する、［４７］に記載の製造方法。

［４９］前記第一可融部が前記外皮と接している、［４８］に記載の製造方法。

［５０］前記可融部が前記第一可融部のみからなる、［４８］または［４９］に記載の製造方法。

［５１］前記可融部が、前記第一可融部と、融点が前記第一ワックスより高く前記第一ワックスと相溶しない第二ワックスからなる第二可融部とからなる、［４８］または［４９］に記載の製造方法。

［５２］前記第一ワックスと前記第二ワックスの一方が極性基を有する有機化合物を含有するワックスであり、他方が炭化水素を主成分とするワックスである、［５１］に記載の製造方法。

［５３］前記プリプレグ予備成形体が少なくとも一部で１ｍｍ以上の厚さを有する、［４７］～［５２］のいずれかに記載の製造方法。

［５４］前記プリプレグ予備成形体がＳＭＣを含む、［５３］に記載の製造方法。

［５５］前記成形工程における成形温度が１４０℃以上である、［４７］～［５４］のいずれかに記載の製造方法。

発明の効果

[0006] ワックスからなるコアを用いてプリプレグ予備成形体を加圧しながら硬化させることを含む繊維強化樹脂製品の製造方法に関する、有益な改良が提供

される。

図面の簡単な説明

[0007] [図1]図１は、実施形態に係るＦＲＰ製品製造方法のフロー図である。

[図2]図２は、実施形態に係るＦＲＰ製品製造方法で使用され得るコアの構造を示す断面図である。

[図3]図３は、実施形態に係るＦＲＰ製品製造方法で使用され得るコアの構造を示す断面図である。

[図4]図４は、実施形態に係るＦＲＰ製品製造方法で使用され得るコアの構造を示す断面図である。

[図5]図５は、ほぼ正味形状を有するプリプレグ予備成形体がコアの周囲に配置されたところを示す断面図である。

[図6]図６は、プリプレグ予備成形体が、その内側に包まれたコアと共に金型のキャビティ内に配置されたところを示す断面図である。

[図7]図７は、プリプレグシートの端部同士間の突き合わせ接合部を示す断面図である。

[図8]図８は、プリプレグシートの端部同士間のオーバーラップ接合部を示す断面図である。

[図9]図９は、２つの部分的プリプレグ予備成形体が、それぞれ、その内側に包まれたコアと共に金型のキャビティ内に配置されたところを示す断面図である。

[図10]図１０は、図９に示す２つの部分的プリプレグ予備成形体から成形されるＦＲＰ物品を示す断面図である。

[図11]図１１は、プリプレグ予備成形体が、その内側に包まれたコアと共に金型のキャビティ内に配置されたところを示す断面図である。

[図12]図１２は、ほぼ正味形状を有するプリプレグ予備成形体がコアの周囲に配置されたところを示す断面図である。

[図13]図１３は、金属チューブの一方端をエラストマー栓に突き刺して貫通させることで、ＦＲＰ製品の空洞内のワックスを、該金属チューブを通して

回収容器内に排出させているところを示す。

発明を実施するための形態

[0008] プリプレグ（prepreg: pre-impregnated composite material）は、ＦＲＰ製品の製造で中間材料として使用される、繊維と熱硬化性樹脂とからなる複合体である。ＦＲＰ製品は、プリプレグを予備成形したうえ、金型内で硬化させることにより製造される。

プリプレグにおける繊維の形態は、長繊維、織物、不織布、ノンクリンプファブリック、短繊維など様々である。ひとつの平面内で一方向に引き揃えた長繊維束を樹脂で含浸させたシート状のプリプレグは一方向プリプレグ（ＵＤプリプレグ）と呼ばれる。長繊維束で織られた織物を樹脂で含浸させたものはクロスプリプレグと呼ばれる。チョップされた短繊維束からなるマットを樹脂で含浸させたプリプレグはＳＭＣ（sheet molding compound）と呼ばれる。単一の長繊維束を樹脂で含浸させたプリプレグは、トウプリプレグと呼ばれる。

プリプレグに使用される繊維は、例えば、炭素繊維、ガラス繊維、アラミド繊維、炭化ケイ素繊維、金属繊維である。２種以上の繊維が併用されることもある。

[0009] プリプレグに用いられる熱硬化性樹脂は、例えば、エポキシ樹脂、ユリア樹脂、ビニルエステル樹脂（エポキシアクリレート樹脂とも呼ばれる）、不飽和ポリエステル樹脂、ポリウレタン樹脂、フェノール樹脂である。２種以上の熱硬化性樹脂が混合されて用いられることもある。

プリプレグにおける熱硬化性樹脂の含有量は、限定するものではないが、多くの場合１５～５０質量％である。該含有量は、１５～２０質量％、２０～２５質量％、２５～４０質量％、４０～４５質量％または４５～５０質量％であり得る。

プリプレグには、様々な添加剤が添加され得る。例えば、反応性希釈剤、低収縮剤、難燃剤、消泡剤、脱泡剤、離型剤、粒子状充填剤、着色剤、シランカップリング剤等である。

[0010] １．ＦＲＰ製品の製造方法

本発明の実施形態のひとつはＦＲＰ製品の製造方法に関する。

以下では、本実施形態に係るＦＲＰ製品製造方法を、説明の便宜上、図１にフローを示すように、次の３つの工程に分ける。

（ｉ）ワックスからなる可融部と該可融部を覆う外皮とからなるコアを準備するコア準備工程。

（ｉｉ）プリプレグ予備成形体を前記コアと共に金型内に配置し、前記金型内で加熱および加圧して硬化物（ＦＲＰ製品）とする成形工程。

（ｉｉｉ）前記ワックスを前記硬化物から除去するワックス除去工程。

[0011] 本実施形態に係るＦＲＰ製品製造方法は、屈曲または湾曲した壁面を含む構造を備えるＦＲＰ製品の製造に好ましく用いられるものである。屈曲または湾曲した壁面を含む構造の典型例が、中空構造、筒状構造、断面Ｕ字形構造および断面Ｌ字形構造である。各種のアンダーカット部も、構造中に屈曲または湾曲した壁面を含むことが多い。

以下、ＦＲＰ製品として中空の直方体物品を製造する場合を例に、図面を参照しつつ、上記（ｉ）～（ｉｉｉ）の各工程を詳細に説明する。中空の直方体は、９０度の角度で屈曲した壁面を有している。

[0012] （１）コア準備工程

図２は、コア準備工程（ｉ）で準備されるコアの構造を示す断面図である。

コア３はワックスからなる可融部１と該可融部を覆う外皮２とからなり、可融部１は、更に、第一ワックスからなる第一可融部１ａと第二ワックスからなる第二可融部１ｂとからなる。

第一ワックスと第二ワックスは融点が互いに異なっており、第一ワックスの融点は第二ワックスの融点より低い。

第一ワックスの融点と第二ワックスの融点は、いずれも室温（２５℃）より高く、好ましくは５０℃以上である。第一ワックスと第二ワックスが有すべき融点の上限については後述する。

第一ワックスと第二ワックスは互いに相溶しない。そのため、第一ワック

スの融解物が第二ワックスを溶解させることはなく、また、第一ワックスの融解物と第二ワックスの融解物をひとつの容器に入れたとき、両者は二相に分離する。

[0013] 第一可融部１ａは外皮２と接するように配置されており、このことは、成形工程（ｉｉ）における第一可融部１ａの融解を促進するうえで有利である。この効果は、図３に示すように、可融部１のうち外皮２に接する部分が全て第一可融部１ａであるとき、顕著となる。

一例では、図４に示すように、可融部１が第一可融部１ａのみで構成されてもよい。

図２の例から分かるように、第一可融部１ａは複数の部分に分かれていてもよい。

図２～図４のいずれに示す例においても、第一可融部１ａのそれぞれが単一のピースからなる必要はない。例えば、図４において、第一可融部１ａは、第一ワックスからなる板が２枚以上積層されることにより構成されていてもよい。

第二可融部１ｂも同様で、単一のピースからなっていてもよいし、複数のピースからなっていてもよい。

[0014] 本発明者等が調べたところでは、極性基を有する有機化合物を含有するワックスと、炭化水素を主成分とするワックスは、互いに相溶し難い傾向がある。従って、好適例において、第一ワックスと第二ワックスは、一方が極性基を有する有機化合物を含有するワックスであり、他方が炭化水素を主成分とするワックスである。すなわち、第一ワックスが極性基を有する有機化合物を含有するワックスであるときは、第二ワックスが炭化水素を主成分とするワックスであり、また、第一ワックスが炭化水素を主成分とするワックスであるときは、第二ワックスが極性基を有する有機化合物を含有するワックスである。

[0015] 極性基とは、水酸基、アミノ基、アミド基、カルボニル基、カルボキシル基、エステル基のような、炭素と酸素の結合または炭素と窒素の結合を含む

官能基（エーテル基を除く）である。主要成分としてヒドロキシ脂肪酸アミド、脂肪酸アミド、ヒドロキシ脂肪酸エステルまたは脂肪酸エステルを含有するワックスは、極性基を有する有機化合物を含有するワックスの典型例である。

炭化水素を主成分とするワックスには、パラフィンワックスおよびマイクロクリスタリンワックスのような石油ワックスの他、合成ワックスであるフィッシャー・トロプシュ・ワックス、ポリエチレンワックス、ポリプロピレンワックスなどがある。

[0016] 図２～図４にそれぞれ示すコア３の可融部１には、必要に応じて各種の添加物を添加することができる。添加物は、第一可融部１ａと第二可融部１ｂの両方に添加してもよいし、いずれか一方のみに添加してもよい。

一例では、ワックスの比重よりも小さい粒子比重（個々の粒子の比重）を有する中空粒子を可融部１に添加することで、コア３を軽量化することができる。

[0017] 他の一例では、高周波電磁界下で発熱する性質を有する材料の粒子を可融部１に添加することで、コア３を誘導加熱可能とし得る。かかる材料の例は、強磁性材料、フェリ磁性材料および導電性材料である。強磁性材料の例として、鉄、ニッケル、コバルト、鉄合金、ニッケル合金、コバルト合金、パーマロイ、多くの鋼が挙げられる。フェリ磁性材料の例として、マグネタイト、ニッケル－亜鉛フェライト、マンガン－亜鉛フェライト、銅－亜鉛フェライトが挙げられる。導電性材料の例として、銅、アルミニウム、黄銅が挙げられる。

更に他の一例では、マイクロ波を吸収して発熱する性質を有する材料の粒子を可融部１に添加することで、コア３をマイクロ波加熱可能とし得る。かかる材料の例として、炭化ケイ素、フェライト、チタン酸バリウム、アナターゼ形酸化チタン、黒鉛、カーボンブラックが挙げられる。

上記の粒子は、いずれも、中空であってもよいし、コア－シェル構造を備えてもよい。

コアの誘導加熱またはマイクロ波加熱は、成形工程（ｉｉ）にて行い得る他、成形工程（ｉｉ）の前に金型の外でコアを予備加熱するときに行い得る。

[0018] 成形工程（ｉｉ）における可融部１の変形および膨張によって外皮２が破断しないために、外皮２の材料は成形温度において伸び変形が可能でなくてはならない。この伸び変形は、弾性的であっても、塑性的であっても、その両方の性質を有してもよい。

従って、外皮２の好ましい材料は、限定するものではないが、有機材料であり、特に樹脂材料である。外皮２の好ましい材料には、ポリオレフィン、ポリアミド、ポリエステル、ポリウレタン、シリコーン、フッ素ゴムのような合成ポリマーが含まれ、更には、これらのポリマーからなるエラストマーが含まれる。

[0019] コア３を製造するときは、例えば、第一可融部１ａ用に準備した第一のワックス片と、第二可融部１ｂ用に準備した第二のワックス片を、外皮２用に準備したポリマーフィルムで包み、接着または融着により密封する。第一のワックス片と第二のワックス片は、作製すべきコアと後の工程で作製するプリプレグ予備成形体との間にできるだけ空隙が生じないよう、形状が整えられる。

外皮２は、上記ポリマーからなるシュリンクチューブを用いて形成することもできる。可融部用のワックス片を入れたシュリンクチューブを熱収縮させ、更に該シュリンクチューブの両端をヒートシールすればよい。

[0020] 外皮２は、上記ポリマーからなる低温硬化型の液状ゴムを用いて形成することもできる。可融部用のワックスの表面に液状ゴムを塗布し、該ワックスが融解しない温度で硬化させればよい。変形法では、液状ゴムを可融部用のワックスの表面に塗布した後、塗布面に補強材として合成樹脂製の伸び変形可能な不織布を貼り付け、さらにその上に液状ゴムを塗布したうえで、液状ゴムを硬化させてもよい。

外皮２は、ＵＶ硬化型エラストマーで形成することもできる。ＵＶ硬化型エラストマーは、硬化物がゴムのような弾性体となるＵＶ硬化型樹脂であり

、その一例はＵＶ硬化型シリコーンゴムやＵＶ硬化型ウレタンアクリレートである。ＵＶ硬化型エラストマーは、室温でも短時間で硬化させることができる点で、外皮２の材料に好適である。

[0021] （２）成形工程

成形工程（ii）では、まず、１枚または２枚以上のプリプレグシートから、ほぼ正味形状（near net shape）を有するプリプレグ予備成形体４を作製し、これを図５に示すように、コア３の周囲に配置する。一例では、プリプレグ予備成形体４を別途工程で作製してからコア３と組み合わせるのではなく、最初からコア３を内包した状態、すなわち図５に示す状態となるように、プリプレグ予備成形体４を作製してもよい。

プリプレグ予備成形体４は、異種のプリプレグを組み合わせて作製してもよい。好ましい一例では、ＳＭＣを、一方向プリプレグ、クロスプリプレグおよびトウプリプレグから選ばれる一種以上のプリプレグと組み合わせて、プリプレグ予備成形体４を作製することができる。

[0022] プリプレグ予備成形体４の作製後、図６に示すように、プリプレグ予備成形体４をその内側に包まれたコア３と共に、下型１２と上型１４とからなる金型１０のキャビティ内に配置する。通常、この時点で金型１０は成形温度と同じ温度に加熱されている。金型１０は、好ましくは、真空機構を有する。

次いで、金型１０を型締めして、プリプレグ予備成形体４を硬化させる。金型１０の温度は、限定するものではないが、通常１２０℃～１８０℃の範囲内であり、好ましくは１４０℃以上である。金型１０の温度が高い程、成形に要する時間は短縮される。

[0023] 金型１０からプリプレグ予備成形体４を通して伝わる熱を吸収してコア３は膨張し、プリプレグ予備成形体４は金型１０の内面に押し付けられる。換言すれば、金型１０の型締め力に抗してコア３が膨張しようとすることで発生する内圧が、プリプレグ予備成形体４に印加される。

型締め直後は、コア３の体積が熱膨張により緩やかに増加するだけなので

、プリプレグ予備成形体４に加わる圧力は弱いが、コア３の表面近傍の温度が第一ワックスの融点に達し、第一可融部１ａが融解し始めると、プリプレグ予備成形体４に加わる圧力は急激に上昇する。ワックスが融解するとき、その体積は大きく増加するからである。

[0024] 融解した第一ワックスは流動して、可融部１の未融解部分と外皮１２の間のスペース全体に万遍なく行き渡る。融解した第一ワックスが圧力媒体として作用することにより、プリプレグ予備成形体４の全ての部分が、実質的に同じ圧力で金型１０の内面に押し付けられる。

成形工程（ii）において、第一可融部１ａは全部が融解しなくてもよい。第一可融部１ａが全部融解するまで、第一ワックスの温度はその融点に保たれるので、第二可融部１ｂの融解は始まらない。第二ワックスの融点T_{m2}が第一ワックスの融点T_{m1}より十分に高ければ、成形工程（ii）では第一可融部１ａだけが融解する。従って、可融部１に占める第一可融部１ａの体積比を調節することにより、成形工程（ii）におけるコア３の膨張の程度を制御できる。換言すれば、コア３の膨張によりプリプレグ予備成形体４に印加される圧力を制御できる。

[0025] 可融部１の融解に伴うコア３の大きな膨張を利用してプリプレグ予備成形体４を加圧するには、第一可融部１ａをなす第一ワックスの融点T_{m1}が成形温度T_M、すなわち成形時の金型１０の温度よりも低いことが必要である。

しかし、プリプレグ予備成形体４が厚い場合には、それだけでは不十分な場合がある。

プリプレグ予備成形体４が厚過ぎると、熱が金型１０からコア３に伝わるのが遅いために、第一ワックスの融点T_{m1}が成形温度T_Mより低いにも拘わらず、第一可融部１ａの融解前にプリプレグ予備成形体４が金型１０と接する部分で硬化し始めることがあり得る。

[0026] 第一可融部１ａが融解するまでは、コア３がプリプレグ予備成形体４を金型１０の内面に押し付ける力が弱いので、この段階で硬化したＦＲＰは外観が悪く、ボイドを含有することもある。

従って、プリプレグ予備成形体４が厚い場合には、第一ワックスの融点T_{m1}を下げて、第一可融部１ａを早く融解させることが望ましい。

具体的には、プリプレグ予備成形体４の厚さが少なくとも部分的に１ｍｍ以上であるときは、第一ワックスの融点T_{m1}が８０℃未満であることが好ましい。例えば、第一ワックスの融点T_{m1}が７０℃未満のとき、約４ｍｍの厚さを有するプリプレグ予備成形体４が第一可融部１ａの融解前に硬化し始めることを防止できる。

プリプレグの中でも、一方向プリプレグ、クロスプリプレグ、トウプリプレグなどは０．２ｍｍ程度の厚さしか有さないのに対し、ＳＭＣは１枚でも約２ｍｍという厚さを有するのが普通である。従って、第一ワックスの融点T_{m1}を下げることによる効果は、プリプレグ予備成形体４がＳＭＣを含むときに、特に顕著となる。

[0027] 第二ワックスの融点T_{m2}が成形温度T_M以上であるとき、成形中の第二ワックスの融解を確実に防止できるが、その反面、ワックス除去工程において全量を融解させるのに要する時間が長くなる。成形温度と成形時間にもよるが、第二ワックスの融点T_{m2}は必ずしも成形温度T_M以上でなくてもよい。第二ワックスの融点T_{m2}が成形温度T_Mより低いとき、第二ワックスの融点T_{m2}と成形温度T_Mの差は、限定するものではないが、好ましくは４０℃以下であり、３０℃以下、２５℃以下、あるいは２０℃以下であってもよい。

[0028] 一例では、第一可融部１ａの融解を十分に早めるために、第一ワックスの融点T_{m1}を下げることに加えて、または、第一ワックスの融点T_{m1}を下げることに代えて、成形工程（ｉｉ）の前にコア３を予備加熱してもよい。

この予備加熱は、コア３の温度が第一ワックスの融点T_{m1}に達しないように行う必要がある。なぜならば、予備加熱の段階で第一可融部１ａを融解させてしまうと、成形工程（ｉｉ）において、第一可融部１ａの融解に伴うコア３の大きな膨張を利用したプリプレグ予備成形体４の加圧ができないからである。

コア３を予備加熱するタイミングに限定はなく、コア３の周囲にプリプレ

グ予備成形体４を配置する前であってもよいし後であってもよく、前と後の両方であってもよい。周囲にプリプレグ予備成形体４を配置した後にコア３を予備加熱するときには、プリプレグ予備成形体４が同時に加熱されてもよい。

[0029] コア３の予備加熱には熱風循環炉を好ましく用い得るが、追加手段または代替手段として誘電加熱またはマイクロ波加熱を利用すれば、より短時間でコア３の予備加熱を行うことができる。

誘電加熱を利用するには、高周波電磁界下で発熱する性質を有する材料の粒子を、コア３の可融部１に予め添加しておけばよい。

マイクロ波加熱を利用するには、マイクロ波を吸収して発熱する性質を有する材料の粒子を、コア３の可融部１に予め添加しておけばよい。

[0030] プリプレグ予備成形体４はプリプレグシートから作られているため、図７に示すようなプリプレグシート５同士間の突き合わせ接合部、および、図８に示すようなプリプレグシート５同士間のオーバーラップ接合部の、少なくともいずれかを有している。

コア３の外皮２には、このような接合部にあるプリプレグシート５同士間の隙間をシールして、融解したワックスがプリプレグ予備成形体４と金型１０の間に入り込むことを防止する役割がある。そのために、外皮２の材料は成形温度において柔軟で変形可能でなくてはならない。

[0031] サイズが大きいＦＲＰ製品、あるいは、高い強度が要求されるＦＲＰ製品の場合は、２つ以上の部分的プリプレグ予備成形体から成形してもよい。

例えば、図９に示すように、２つの部分的プリプレグ予備成形体４ａを、それぞれ、その内側に包まれたコア３と共に金型１０のキャビティ内に配置して硬化させたとき、得られるＦＲＰ製品６は図１０に示すように、２つの空洞７の間に位置する隔壁８により補強された構造を有する。

第一可融部１ａが融解するとき２つのコア３が大きく膨張するので、隔壁８は十分に加圧された状態で硬化し、ボイドフリーとなる。

[0032] 変形実施形態においては、図１１に示すように、下型１２と上型１４とス

ライドコア１６とにより形成されるキャビティを備える金型１０を用いて、プリプレグ予備成形体４からＦＲＰ製品を成形してもよい。スライドコア１６の移動は油圧等を用いた圧力制御機構（図示せず）により制御されており、コア３が膨張してもキャビティ内の圧力が所定値に達するまではスライドコア１６は動かない。キャビティ内の圧力が所定値を超えようとすると、スライドコア１６が水平方向に移動して圧力が緩和される。かかる金型を用いて成形圧力を一定に管理することは、ＦＲＰ製品の品質を安定化させるうえで好都合である。

[0033] （３）ワックス除去工程

ワックス除去工程（iii）では、成形工程（ii）でプリプレグ予備成形体４を硬化させてなるＦＲＰ製品を金型１０から取り出し、内部の空洞を満たしているコア３から、可融部１をなすワックスを除去する。外皮２は、ＦＲＰ製品の内面に固着していてＦＲＰ製品の機能と外観に影響しなければ、除去する必要はない。

可融部１をなすワックスは、例えばオーブン中で加熱することにより融解させ、ドリルやホールソーを用いてＦＲＰ製品に設けられる排出孔から排出させる。加熱の際は、ＦＲＰ製品の温度が熱変形温度（荷重たわみ温度）に達しないようにする。

[0034] 好ましい実施形態では、図１２に示すように、プリプレグ予備成形体４に貫通孔Ｈを設け、その貫通孔Ｈにエラストマー栓２０を挿入してＦＲＰ製品を成形してもよい。貫通孔Ｈとエラストマー栓２０の間の隙間は、成形中にプリプレグが流動変形することによって塞がれる。

成形が終了して上型を持ち上げたら直ちに、図１３に示すように、金属チューブ３０の一方端をエラストマー栓２０に突き刺して貫通させることで、ＦＲＰ製品６の空洞内の融解したワックス８ａ，８ｂの一部または全部が、金属チューブ３０を通して、その他方端に接続された回収容器３４内に排出される。

この方法によれば、ＦＲＰ製品に穿孔したときに融解したワックスが噴き

出すことがないので、安全にワックスを除去できるだけでなく、金型からの取り出し後に空洞内圧によって生じるＦＲＰ製品の変形を防止することができる。

この方法を変形して、金型に金属チューブを通すための挿通孔を設けておき、上型を持ち上げる前に、この挿通孔を通して金型内のＦＲＰ製品に金属チューブを突き刺すことにより、ワックスの一部または全部を排出させてもよい。この変形態様において、ワックスを排出させるタイミングは型開きの後であってもよいし、型開きの前であってもよい。

[0035] 図１２に示す例において、エラストマー栓２０に貫通孔Ｈへの挿入方向に沿ってテーパーがつけられている理由は、成形後、ワックスを排出させる前に空洞内圧によってエラストマー栓２０が抜けるのを防ぐためであり、それ故に、エラストマー栓２０は挿入方向に直交する断面の径が大きい側をコア３に向けて貫通孔Ｈに挿入されている。

一例では、エラストマー栓の少なくとも一部にテーパーをつけることに加えて、または、それに代えて、エラストマー栓の側面に突起または窪みを設けてもよい。

エラストマー栓の材質は、限定するものではないが、例えばアクリルゴム、フッ素ゴム、シリコーンゴム、ニトリルゴムまたはブチルゴムであり得る。

金属チューブの先端は、テーパー栓に突き刺し易いように尖らせてもよい。ワックスを排出させるときは、金属チューブ内におけるワックスの凝固を防止するために、金属チューブの少なくとも一部を加熱することが好ましい。

[0036] 第二ワックスがＦＲＰ製品から速やかに除去できるよう、第二ワックスの融点T_{m2}はＦＲＰ製品の熱変形温度より２０℃以上低いことが好ましい。

他の実施形態において、中空でなく、かつアンダーカットを有さないＦＲＰ製品を製造するときには、コアを除去するのに必ずしも可融部を融解させなくてもよい。

[0037] 第一ワックスと第二ワックスは互いに非相溶であるため、分離させて再利用することが容易である。

一例では、融点の差を利用して第一ワックスのみを融解させ、第二ワックスから分離させることができる。

融解した第一ワックスの比重と融解した第二ワックスの比重が異なるときは、比重差を理由して第一ワックスと第二ワックスを分離させることもできる。

[0038] 以上、中空の直方体であるＦＲＰ物品を製造する場合を例に、本実施形態に係るＦＲＰ製品製造方法を説明したが、この製造方法で製造し得るＦＲＰ製品の外形は直方体に限定されるものではない。この製造方法は、屈曲または湾曲した壁面を含む構造を備える、各種のＦＲＰ製品の製造に適用することができる。

本実施形態に係るＦＲＰ製品製造方法は、ＦＲＰのみからなる構造体の製造だけではなく、ＦＲＰが金属部品と一体的に成形された構造体の製造や、熱硬化性樹脂からなるＦＲＰと熱可塑性樹脂からなるＦＲＰとが一体的に成形された構造体の製造にも使用できる。

[0039] ２．コア

本発明の実施形態の他のひとつは、ＦＲＰ製品の製造に用いられるコアに関する。

より具体的には、本実施形態のコアは、プリプレグを金型内で加熱および加圧して硬化させることにより、屈曲または湾曲した壁面を含む構造を備えるＦＲＰ製品を製造するときに、該プリプレグと共に金型内に配置され得るコアである。

このコアは、ワックスからなる可融部と該可融部を覆う外皮とからなる。

一例において、該可融部は融点８０℃未満のワックスからなる部分を有していてもよく、該部分は好ましくは外皮と接している。

一例において、該可融部は、該融点８０℃未満のワックスからなる部分のみからなっていてもよい。

[0040] 他の一例において、該可融部は、該融点８０℃未満のワックスからなる部分に加え、融点が該ワックスより高くかつ該ワックスと相溶しない別のワックスからなる別の部分を有していてもよい。

該融点８０℃未満のワックスと該別のワックスは、一方が極性基を有する有機化合物を含有するワックスであり、他方が炭化水素を主成分とするワックスであり得る。

一例において、本実施形態のコアでは、高周波電磁界下で発熱する性質を有する材料の粒子が、可融部に添加されていてもよい。

他の一例において、本実施形態のコアでは、マイクロ波を吸収して発熱する性質を有する材料の粒子が、可融部に添加されていてもよい。

[0041] 本実施形態のコアは、前記１．項で説明したＦＲＰ製品の製造方法に好ましく用いることができる。前記１．項におけるＦＲＰ製品製造方法の説明中に例示されたコアは、いずれも本実施形態に係るコアの一例である。

[0042] ３．実験結果

３．１．実験１

以下の手順にて、ＦＲＰからなる１００ｍｍ×５０ｍｍ×２２ｍｍの中空直方体を試作した。

チョップド炭素繊維マットをエポキシアクリレート樹脂で含浸させてなる、繊維含有率５３質量％で厚さ約２ｍｍのＳＭＣ（三菱ケミカル株式会社製ＳＴＲ１２０Ｎ１３１）を、２枚重ねたうえで所定形状に裁断し、折り曲げることにより、ほぼ正味形状のプリプレグ予備成形体を作製した。

プリプレグ予備成形体を作製するとき、その内部には、別途工程で準備したコアを配置した。

該コアは、１２－ヒドロキシステアリン酸メチルを含有する融点５０℃の合成ワックス（伊藤製油株式会社製ＩＴＯＷＡＸ　Ｅ－２１０）からなる可融部を、１５μｍ厚のポリオレフィン製シュリンクチューブを用いて形成した外皮で覆ったもので、上記プリプレグ予備成形体の内部にちょうど収まる大きさの直方体となるように作製した。

[0043] 上記プリプレグ予備成形体を、その内側に包まれたコアとともに、予め成形温度と同じ温度に加熱した金型内に入れ、加熱および加圧して硬化させた。成形温度は１４０℃、成形時間は１５分間とした。ここでいう成形時間は、型締めから型開きまでの時間である。

金型から取り出した成形品にドリルで直径１０ｍｍの孔をあけ、この孔から該成形品の内部のワックス全部を１３０℃に加熱して融解させたうえで排出させた。

得られた中空直方体の外観は良好で、角の欠けも壁面のシワも観察されなかった。

[0044] ３．２．実験２

１２－ヒドロキシステアリン酸メチルを含有する融点５０℃の合成ワックスに代えて、高級脂肪酸エステルを含有する融点６８℃の合成ワックス（伊藤製油株式会社製ＩＴＯＷＡＸ　Ｅ－７０Ｇ）でコアの可融部を形成したこと以外は実験１と同様にして、ＦＲＰからなる中空直方体を試作した。

得られた中空直方体の外観は良好で、角の欠けも壁面のシワも観察されなかった。

[0045] ３．３．実験３

コアの可融部を１種類のワックスで形成しないで、実験２でコアに用いた融点６８℃の合成ワックス（伊藤製油株式会社製ＩＴＯＷＡＸ　Ｅ－７０Ｇ）と、この合成ワックスと相溶しない融点１１７℃のポリエチレンワックス（Ｆｒｅｅｍａｎ　Ｍａｎｕｆａｃｔｕｒｉｎｇ　＆　Ｓｕｐｐｌｙ　Ｃｏｍｐａｎｙ製　Ｆｉｌｅ－Ａ－Ｗａｘ　Ｇｒｅｅｎ）とで形成したこと以外は実験１と同様にして、ＦＲＰからなる中空直方体を試作した。

２種類のワックスを用いたコアは、融点１１７℃のポリエチレンワックス片の周囲に、融点６８℃の合成ワックス片を配置することにより構成した。すなわち、外皮と接する部分に、より低い融点を有するワックス片を配置した。２種類のワックスの使用量は体積比で１：１とした。

得られた中空直方体の外観は良好で、角の欠けも壁面のシワも観察されな

かった。

[0046] ３．４．実験４

１２－ヒドロキシステアリン酸メチルを含有する融点５０℃の合成ワックスに代えて、融点１１７℃のポリエチレンワックス（Ｆｒｅｅｍａｎ　Ｍａｎｕｆａｃｔｕｒｉｎｇ　＆　Ｓｕｐｐｌｙ　Ｃｏｍｐａｎｙ製　Ｆｉｌｅ－Ａ－Ｗａｘ　Ｇｒｅｅｎ）でコアの可融部を形成したこと以外は実験１と同様にして、ＦＲＰからなる中空直方体を試作した。

得られた中空直方体は、前述の実験１～３で得られたものと比べ外観が劣っており、一部の角が欠けていた他、壁面の一部にシワが観察された。

[0047] ３．５．実験５

以下の手順にて、ＦＲＰからなる７２ｍｍ×３６ｍｍ×２０ｍｍの中空直方体を試作した。

厚さ２ｍｍのＳＭＣ（三菱ケミカル株式会社製　ＳＴＲ１２０Ｎ１３１）を１枚所定形状に裁断するとともに、その一部に内径６ｍｍの円筒形貫通孔を形成し、折り曲げることにより、ほぼ正味形状のプリプレグ予備成形体を作製した。

プリプレグ予備成形体を作製するとき、その内部には、別工程で準備したコアを配置した。

該コアは、高級脂肪酸エステルを含有する融点６８℃の合成ワックス（伊藤製油株式会社製ＩＴＯＨＷＡＸ　Ｅ－７０Ｇ）からなる可融部を、７μｍ厚のナイロン６製フィルムを用いて形成した外皮で覆ったもので、上記プリプレグ予備成形体の内部にちょうど収まる大きさの直方体となるように作製した。

ＳＭＣに設けた貫通孔には、シリコーンゴム栓を挿入した。このシリコーンゴム栓は上底面の直径６ｍｍ、下底面の直径１０ｍｍ、高さ４ｍｍの円錐台形のテーパー栓で、下底面がコアに面するように貫通孔に挿入した。

[0048] 上記プリプレグ予備成形体を、貫通孔が設けられた面が上になるようにして、その内側に包まれたコアとともに、予め成形温度と同じ温度に加熱した

金型内に入れ、加熱及び加圧して硬化させた。成形温度１４０℃、成形時間は１０分間とした。成形完了後、上型を持ち上げたら直ぐに外径２ｍｍ、内径１ｍｍのステンレスチューブの一方端をシリコーンゴム栓に突き刺したところ、成形品の内部から、溶融したワックスがステンレスチューブを通して、ステンレスチューブの他方端に接続した容器に流れ込んだ。

[0049] 以上、本発明を具体的な実施形態に即して説明したが、各実施形態は例として提示されたものであり、本発明の範囲を限定するものではない。本明細書に記載された各実施形態は、発明の趣旨を逸脱しない範囲内で、様々に変形することができ、かつ、実施可能な範囲内で、他の実施形態により説明された特徴と組み合わせることができる。

産業上の利用可能性

[0050] 本明細書に開示された発明は、屈曲または湾曲した壁面を含む構造を備えるＦＲＰ製品の製造に好ましく用いることができる。

本明細書に開示された発明は、限定するものではないが、自動車、船舶、鉄道車両、航空機その他の輸送機器のための部品（構造部品を含む）や、自転車のフレーム、テニスラケットおよびゴルフシャフトを含む各種のスポーツ用品を、繊維強化樹脂で製造するときに好ましく用いることができる。

符号の説明

[0051] １　可融部

１ａ　第一可融部

１ｂ　第二可融部

２　外皮

３　コア

４　プリプレグ予備成形体

５　プリプレグシート

６　ＦＲＰ製品

７　空洞

８ａ　第一ワックスの融解物

８ｂ　第二ワックスの融解物

１０　金型

１２　下型

１４　　上型

１６　　スライドコア

２０　　エラストマー栓

３０　　金属チューブ

３４　　回収容器

請求の範囲

[請求項1] プリプレグ予備成形体を、ワックスからなる可融部と前記可融部を覆う外皮とからなるコアと共に金型内に配置し、前記金型内で加熱および加圧して硬化物とする成形工程と、前記硬化物から前記ワックスを除去するワックス除去工程とを有し、前記成形工程では前記プリプレグ予備成形体の少なくとも一部が前記コアの膨張により加圧される、繊維強化樹脂製品の製造方法であって、

前記成形工程における成形温度が１４０℃以上であり、前記プリプレグ予備成形体が少なくとも一部で１ｍｍ以上の厚さを有し、前記可融部が融点８０℃未満の第一ワックスからなる第一可融部を有する、製造方法。

[請求項2] 前記第一可融部が前記外皮と接している、請求項１に記載の製造方法。

[請求項3] 前記成形工程の前に前記コアを予備加熱する、請求項１または２に記載の製造方法。

[請求項4] 高周波電磁界下で発熱する性質を有する材料の粒子を前記可融部が含有し、前記予備加熱が誘導加熱により行われる、請求項３に記載の製造方法。

[請求項5] マイクロ波を吸収して発熱する性質を有する材料の粒子を前記可融部が含有し、前記予備加熱がマイクロ波加熱により行われる、請求項３に記載の製造方法。

[請求項6] 前記可融部が前記第一可融部のみからなる、請求項１～５のいずれかに記載の製造方法。

[請求項7] 前記可融部が、前記第一可融部と、融点が前記第一ワックスより高く前記第一ワックスと相溶しない第二ワックスからなる第二可融部とからなる、請求項１～５のいずれかに記載の製造方法。

[請求項8] 前記第一ワックスと前記第二ワックスの一方が極性基を有する有機化合物を含有するワックスであり、他方が炭化水素を主成分とするワ

ックスである、請求項７に記載の製造方法。

[請求項9] 前記プリプレグ予備成形体がＳＭＣを含む、請求項１～８のいずれかに記載の製造方法。

[請求項10] 前記成形工程では、複数の前記プリプレグ予備成形体を、その各々がひとつの前記コアを内側に包むように前記金型内に配置し、前記金型内で加熱および加圧してひとつの硬化物とする、請求項１～９のいずれかに記載の製造方法。

[請求項11] 前記金型が、下型と上型とスライドコアとにより形成されるキャビティを備える、請求項１～１０のいずれかに記載の製造方法。

[請求項12] プリプレグを金型内で加熱および加圧して硬化させることにより繊維強化樹脂製品を製造するときに、前記プリプレグと共に前記金型内に配置されるコアであって、ワックスからなる可融部と前記可融部を覆う外皮とからなり、前記可融部が融点８０℃未満の第一ワックスからなる第一可融部を有する、コア。

[請求項13] 前記第一可融部が前記外皮と接している、請求項１２に記載のコア。

[請求項14] 高周波電磁界下で発熱する性質を有する材料の粒子を前記可融部に含有する、請求項１２または１３に記載のコア。

[請求項15] マイクロ波を吸収して発熱する性質を有する材料の粒子を前記可融部に含有する、請求項１２または１３に記載のコア。

[請求項16] 前記可融部が前記第一可融部のみからなる、請求項１２～１５のいずれかに記載のコア。

[請求項17] 前記可融部が、前記第一可融部と、融点が前記第一ワックスより高く前記第一ワックスと相溶しない第二ワックスからなる第二可融部とからなる、請求項１２～１５のいずれかに記載のコア。

[請求項18] 前記第一ワックスと第二ワックスの一方が極性基を有する有機化合物を含有するワックスであり、他方が炭化水素を主成分とするワックスである、請求項１７に記載のコア。

[請求項19] プリプレグを金型内で加熱および加圧して硬化させることにより繊維強化樹脂製品を製造するときに、前記プリプレグと共に前記金型内に配置されるコアであって、ワックスからなる可融部と前記可融部を覆う外皮とからなり、高周波電磁界下で発熱する性質を有する材料の粒子を前記可融部に含有する、コア。

[請求項20] 前記可融部が、第一ワックスからなる第一可融部と、融点が前記第一ワックスより高く前記第一ワックスと相溶しない第二ワックスからなる第二可融部とからなる、請求項１９に記載のコア。

[請求項21] 前記第一可融部が前記外皮と接している、請求項２０に記載のコア。

[請求項22] 前記第一ワックスと第二ワックスの一方が極性基を有する有機化合物を含有するワックスであり、他方が炭化水素を主成分とするワックスである、請求項２０または２１に記載のコア。

[請求項23] 請求項１９～２２のいずれかに記載のコアと共にプリプレグを金型内に配置し、該金型内で加熱および加圧して硬化物とする成形工程と、該コアの可融部をなすワックスを該硬化物から除去するワックス除去工程とを有し、該成形工程の前に該コアが誘導加熱により予備加熱され、該成形工程では該コアの可融部が少なくとも一部融解するとともに、該プリプレグの少なくとも一部が該コアの膨張により加圧される、繊維強化樹脂製品の製造方法。

[請求項24] プリプレグを金型内で加熱および加圧して硬化させることにより繊維強化樹脂製品を製造するときに、前記プリプレグと共に前記金型内に配置されるコアであって、ワックスからなる可融部と前記可融部を覆う外皮とからなり、マイクロ波を吸収して発熱する性質を有する材料の粒子を前記可融部に含有する、コア。

[請求項25] 前記可融部が、第一ワックスからなる第一可融部と、融点が前記第一ワックスより高く前記第一ワックスと相溶しない第二ワックスからなる第二可融部とからなる、請求項２４に記載のコア。

[請求項26] 前記第一可融部が前記外皮と接している、請求項２５に記載のコア。

[請求項27] 前記第一ワックスと第二ワックスの一方が極性基を有する有機化合物を含有するワックスであり、他方が炭化水素を主成分とするワックスである、請求項２５または２６に記載のコア。

[請求項28] 請求項２４～２７のいずれかに記載のコアと共にプリプレグを金型内に配置し、前記金型内で加熱および加圧して硬化物とする成形工程と、前記コアの可融部をなすワックスを前記硬化物から除去するワックス除去工程とを有し、前記成形工程の前に前記コアがマイクロ波加熱により予備加熱され、前記成形工程では前記コアの可融部が少なくとも一部融解するとともに、前記プリプレグの少なくとも一部が前記コアの膨張により加圧される、繊維強化樹脂製品の製造方法。

[請求項29] 請求項１２～２２および請求項２４～２７のいずれかに記載のコアと共にプリプレグを金型内に配置し、前記金型内で加熱および加圧して硬化させることを含む、繊維強化樹脂製品の製造方法。

[請求項30] コアと共にプリプレグを金型内に配置し、前記金型内で加熱および加圧して硬化させることを含む繊維強化樹脂製品の製造方法における、請求項１２～２２および請求項２４～２７のいずれかに記載のコアの使用。

[請求項31] ワックスからなる可融部と前記可融部を覆う外皮とからなるコアがプリプレグシートで包まれたコア内包部を有するプリプレグ予備成形体を、金型内で加熱および加圧して、中空部を有する硬化物とする成形工程と、前記中空部の内部から前記ワックスを除去するワックス除去工程とを有する、繊維強化樹脂製品の製造方法であって、

前記プリプレグ予備成形体が前記コア内包部に形成された貫通孔を有し、前記貫通孔にエラストマー栓が挿入されている、製造方法。

[請求項32] 前記エラストマー栓の少なくとも一部に、前記貫通孔への挿入方向に沿ってテーパーがつけられている、請求項３１に記載の製造方法。

[請求項33] 前記エラストマー栓は、前記貫通孔への挿入方向に直交する断面の径が大きい側を前記コアに向けて前記貫通孔に挿入されている、請求項３２に記載の製造方法。

[請求項34] 前記エラストマー栓は、側面に突起または窪みを有する、請求項３１～３３のいずれかに記載の製造方法。

[請求項35] 前記ワックス除去工程では、金属チューブの一方端を前記エラストマー栓に突き刺して貫通させ、前記金属チューブを通して前記ワックスの全部または一部を前記中空部から排出させる、請求項３１～３４のいずれかに記載の製造方法。

[請求項36] 前記ワックス除去工程では、前記金属チューブの少なくとも一部を加熱する、請求項３５に記載の製造方法。

[請求項37] 前記金属チューブの他方端が回収容器に接続されている、請求項３５または３６に記載の製造方法。

[請求項38] 前記成形工程の前に前記コアを予備加熱する、請求項３１～３７のいずれかに記載の製造方法。

[請求項39] 高周波電磁界下で発熱する性質を有する材料の粒子を前記可融部が含有しており、前記予備加熱が誘導加熱により行われる、請求項３８に記載の製造方法。

[請求項40] マイクロ波を吸収して発熱する性質を有する材料の粒子を前記可融部が含有しており、前記予備加熱がマイクロ波加熱により行われる、請求項３８に記載の製造方法。

[請求項41] 前記コア内包部において前記プリプレグ予備成形体の少なくとも一部が１ｍｍ以上の厚さを有し、前記可融部が融点８０℃未満の第一ワックスからなる第一可融部を有し、前記成形工程における成形温度が１４０℃以上である、請求項３１～４０のいずれかに記載の製造方法。

[請求項42] 前記第一可融部が前記外皮と接している、請求項４１に記載の製造方法。

[請求項43] 前記可融部が前記第一可融部のみからなる、請求項４１または４２に記載の製造方法。

[請求項44] 前記可融部が、前記第一可融部と、融点が前記第一ワックスより高く前記第一ワックスと相溶しない第二ワックスからなる第二可融部とからなる、請求項４１または４２に記載の製造方法。

[請求項45] 前記第一ワックスと前記第二ワックスの一方が極性基を有する有機化合物を含有するワックスであり、他方が炭化水素を主成分とするワックスである、請求項４４に記載の製造方法。

[請求項46] 前記プリプレグ予備成形体がＳＭＣを含む、請求項４１～４５のいずれかに記載の製造方法。

[請求項47] プリプレグ予備成形体を、ワックスからなる可融部と前記可融部を覆う外皮とからなるコアと共に金型内に配置し、前記金型内で加熱および加圧して硬化物とする成形工程と、前記硬化物から前記ワックスを除去するワックス除去工程とを有し、前記成形工程では前記プリプレグ予備成形体の少なくとも一部が前記コアの膨張により加圧される、繊維強化樹脂製品の製造方法であって、前記成形工程の前に前記コアを予備加熱する製造方法。

[請求項48] 前記可融部が融点８０℃未満の第一ワックスからなる第一可融部を有する、請求項４７に記載の製造方法。

[請求項49] 前記第一可融部が前記外皮と接している、請求項４８に記載の製造方法。

[請求項50] 前記可融部が前記第一可融部のみからなる、請求項４８または４９に記載の製造方法。

[請求項51] 前記可融部が、前記第一可融部と、融点が前記第一ワックスより高く前記第一ワックスと相溶しない第二ワックスからなる第二可融部とからなる、請求項４８または４９に記載の製造方法。

[請求項52] 前記第一ワックスと前記第二ワックスの一方が極性基を有する有機化合物を含有するワックスであり、他方が炭化水素を主成分とするワ

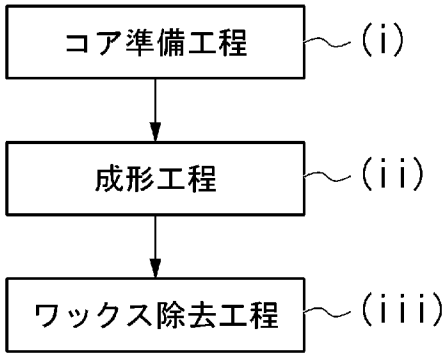
ックスである、請求項５１に記載の製造方法。

[請求項53] 前記プリプレグ予備成形体が少なくとも一部で１ｍｍ以上の厚さを有する、請求項４７～５２のいずれかに記載の製造方法。

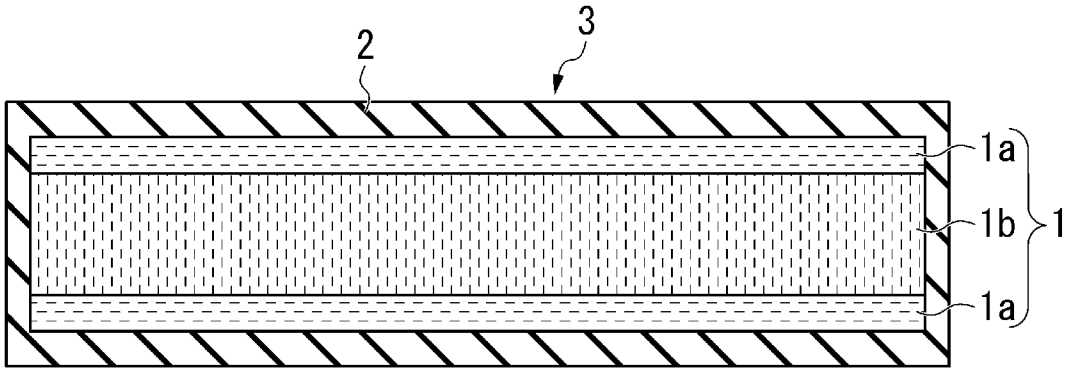
[請求項54] 前記プリプレグ予備成形体がＳＭＣを含む、請求項５３に記載の製造方法。

[請求項55] 前記成形工程における成形温度が１４０℃以上である、請求項４７～５４のいずれかに記載の製造方法。

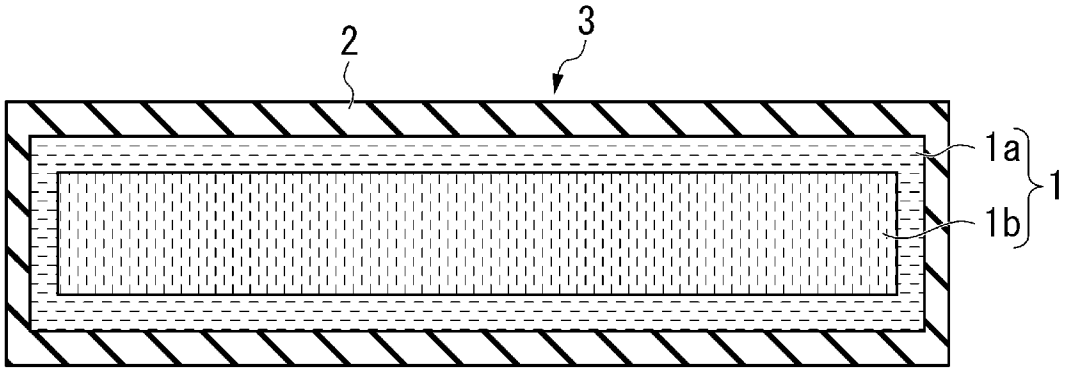
[図1]



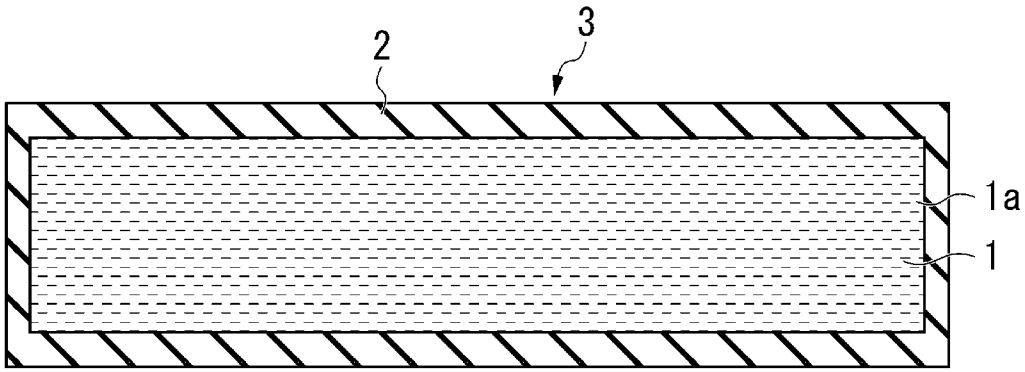
[図2]



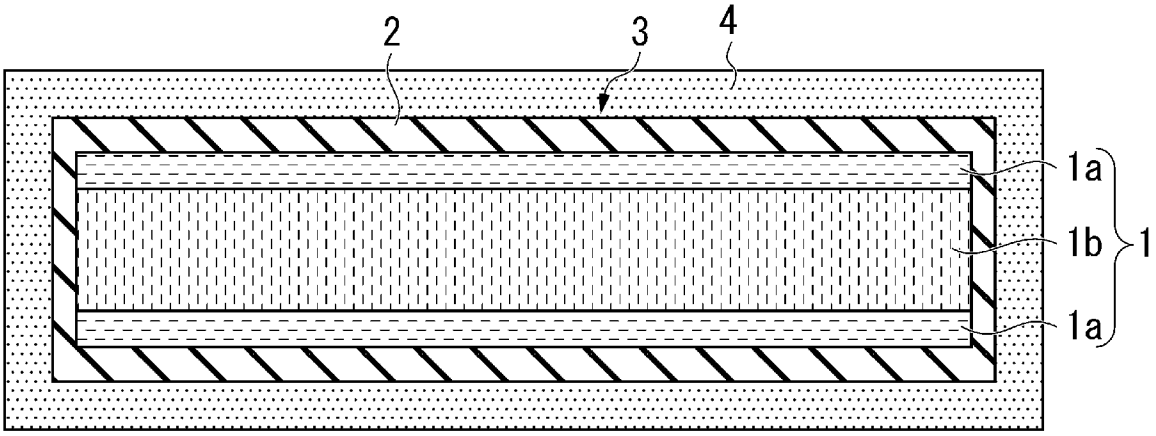
[図3]



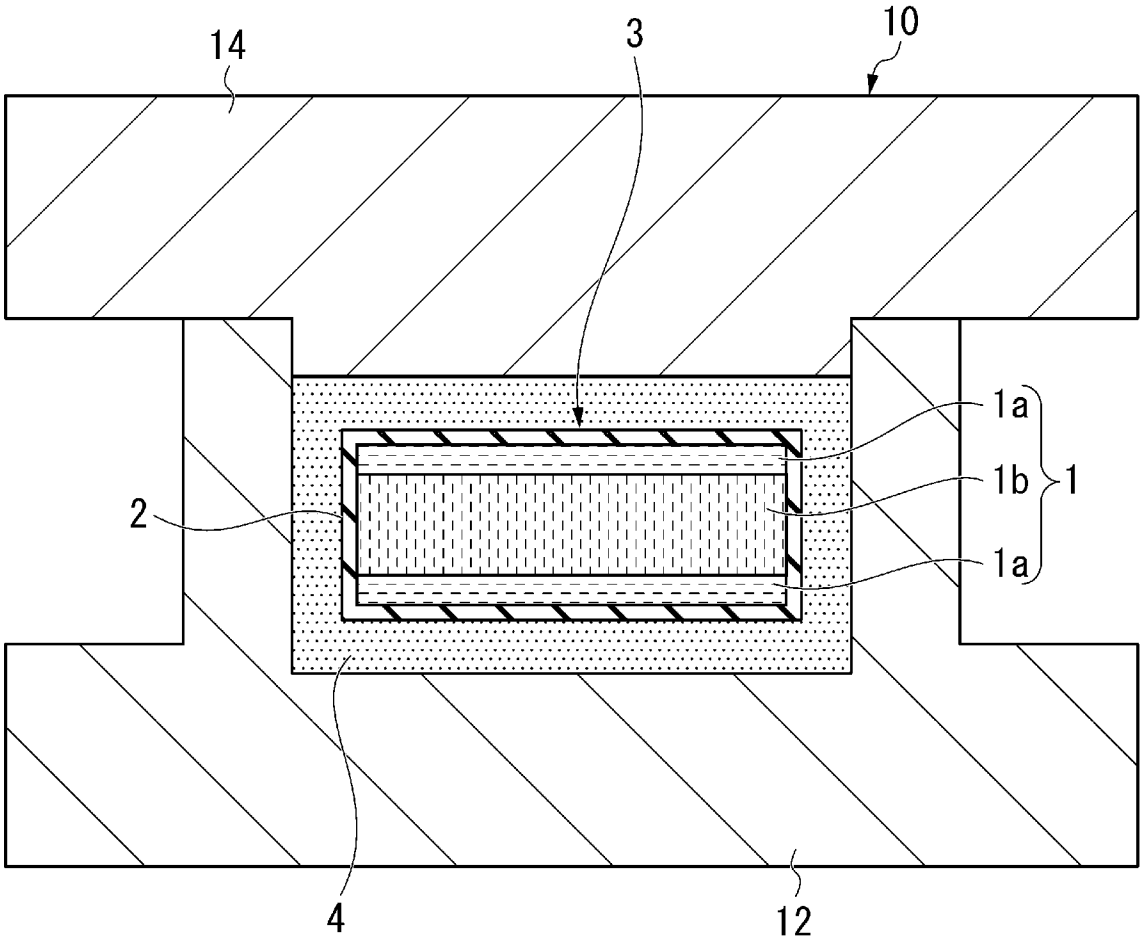
[図4]



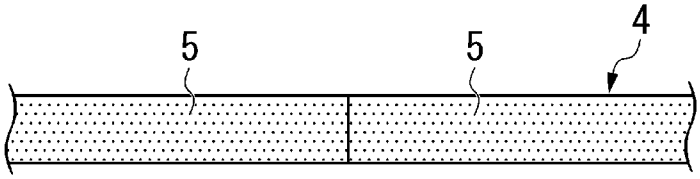
[図5]



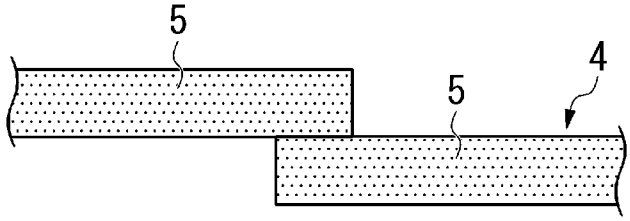
[図6]



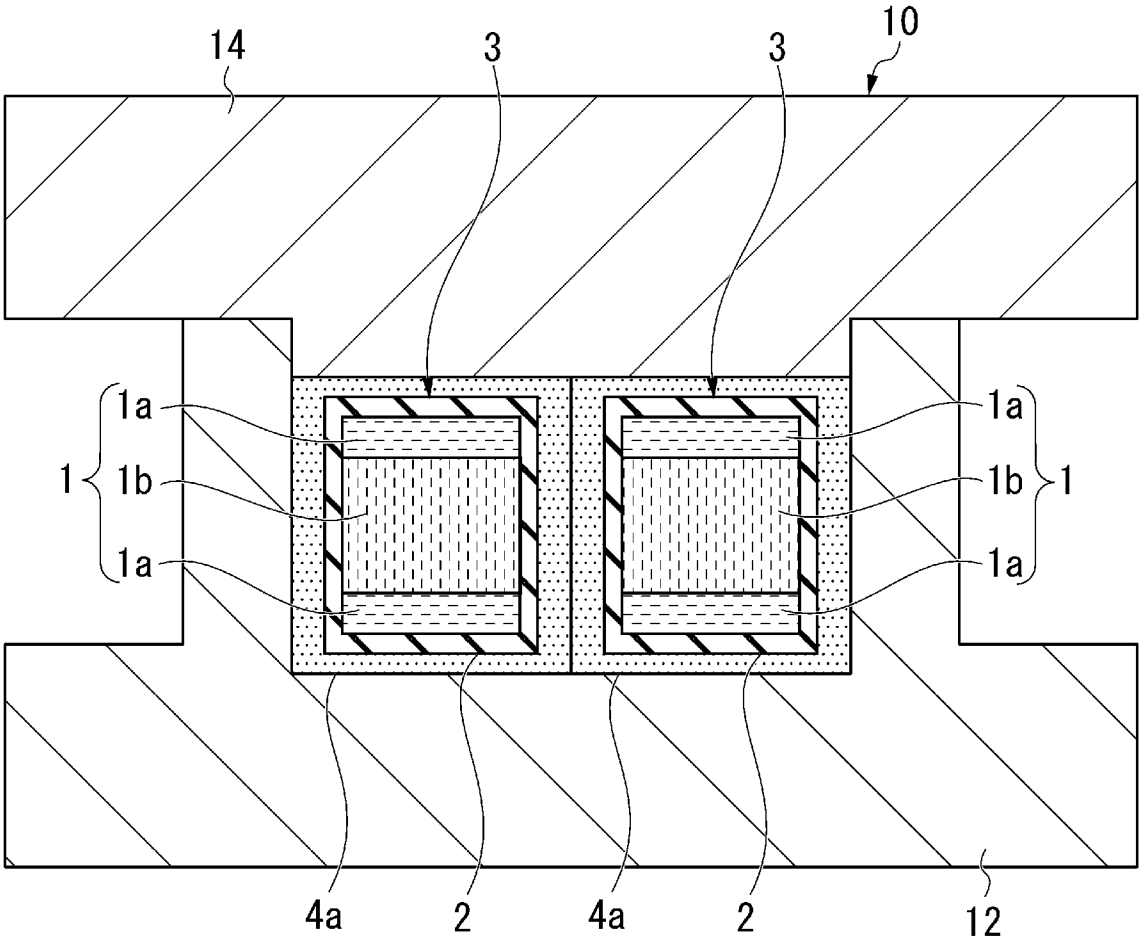
[図7]



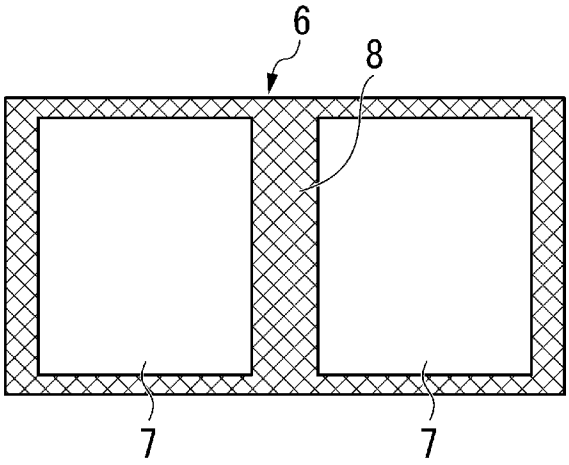
[図8]



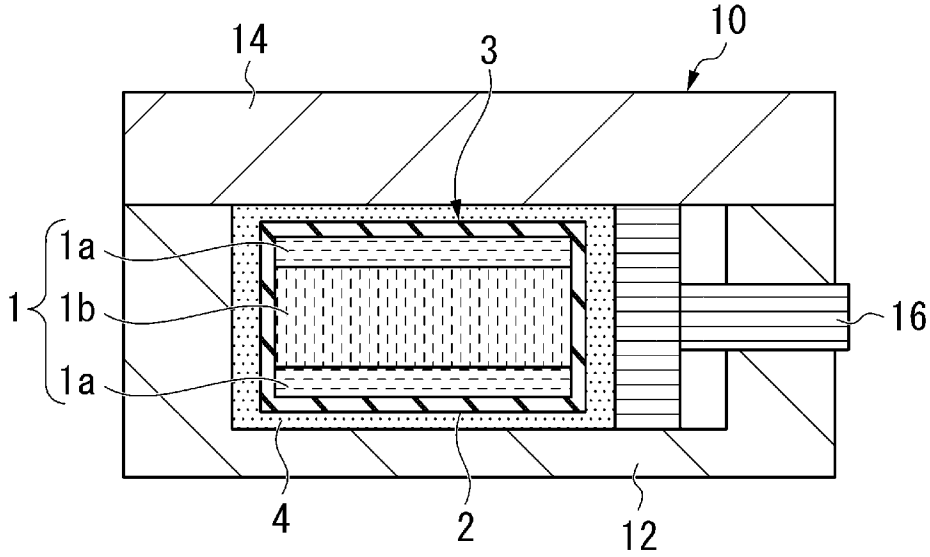
[図9]



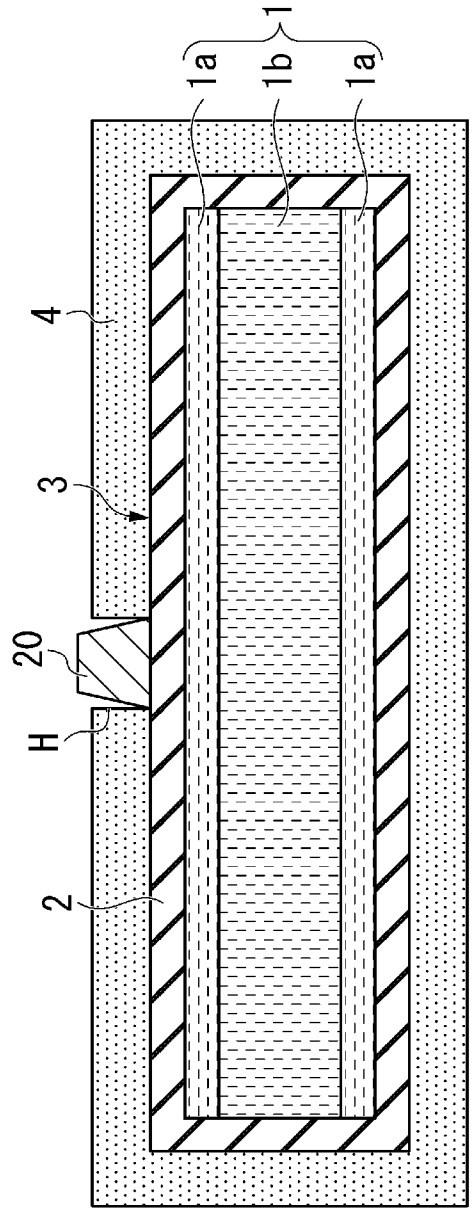
[図10]



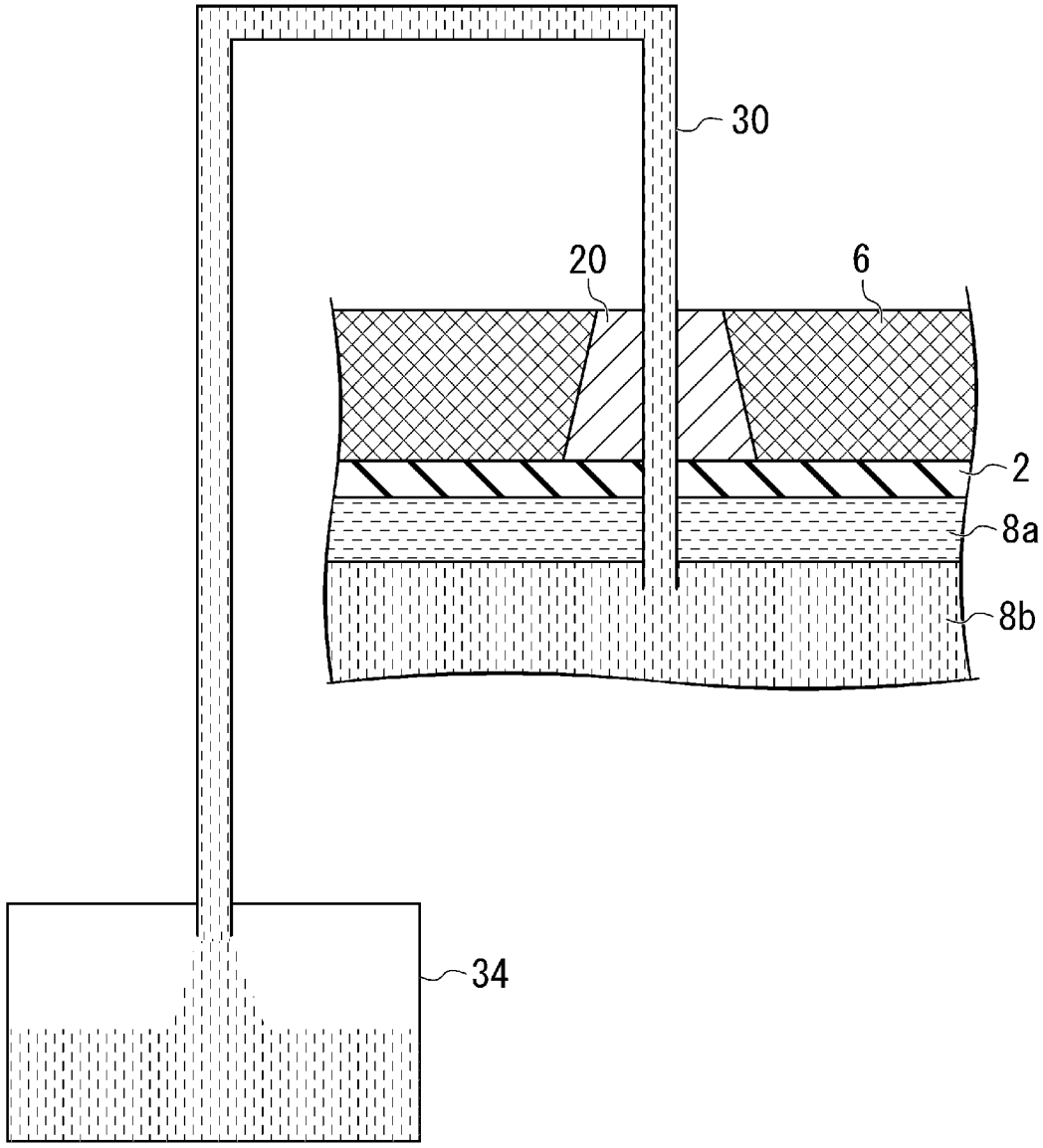
[図11]



[図12]



[図13]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/011690

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int. Cl. B29C33/76(2006.01)i, B29C43/36(2006.01)i, B29C70/54(2006.01)i
FI: B29C33/76, B29C70/54, B29C43/36

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int. Cl. B29C33/00-33/76, B29C43/00-43/58, B29C70/00-70/88

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched
Published examined utility model applications of Japan 1922-1996
Published unexamined utility model applications of Japan 1971-2021
Registered utility model specifications of Japan 1996-2021
Published registered utility model applications of Japan 1994-2021

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

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	WO 2018/079824 A1 (MITSUBISHI CHEMICAL CORPORATION) 03 May 2018, in particular, claims, paragraphs [0024]-[0066], fig. 1-3	1-2, 6, 9, 11-13, 16, 29-30, 47-50, 53-55
Y		10
A		3-5, 7-8, 14-15, 17-28, 31-46, 51-52
Y	JP 2020-32535 A (MITSUBISHI CHEMICAL CORPORATION) 05 March 2020, in particular, paragraph [0050], fig. 5	10
A	JP 2019-188707 A (MITSUBISHI CHEMICAL CORPORATION) 31 October 2019, entire text	1-55

☒ 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
23.04.2021	11.05.2021
Name and mailing address of the ISA/ Japan Patent Office 3-4-3, Kasumigaseki, Chiyoda-ku, Tokyo 100-8915, Japan	Authorized officer Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP2021/011690

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 2007-307853 A (TOYOTA MOTOR CORP.) 29 November 2007, entire text	1-55

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.
PCT/JP2021/011690

Patent Documents referred to in the Report	Publication Date	Patent Family	Publication Date
WO 2018/079824 A1	03.05.2018	US 2019/0270225 A1 claims, paragraphs [0041]-[0142], fig. 1-3 EP 3533580 A1	
JP 2020-32535 A	05.03.2020	(Family: none)	
JP 2019-188707 A	31.10.2019	(Family: none)	
JP 2007-307853 A	29.11.2007	(Family: none)	

国際調査報告

国際出願番号
PCT/JP2021/011690

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

B29C 33/76(2006.01)i; B29C 43/36(2006.01)i; B29C 70/54(2006.01)i
FI: B29C33/76; B29C70/54; B29C43/36

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））

B29C33/00-33/76; B29C43/00-43/58; B29C70/00-70/88

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	１９７１－２０２１年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２０２１年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２０２１年

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	WO 2018/079824 A1（三菱ケミカル株式会社）03.05.2018（2018-05-03） 特に、請求の範囲，００２４－００６６，図１－図３	1-2,6,9,11-13,16,29-30,47-50,53-55
Y		10
A		3-5,7-8,14-15,17-28,31-46,51-52
Y	JP 2020-32535 A（三菱ケミカル株式会社）05.03.2020（2020-03-05） 特に、００５０，図５	10
A	JP 2019-188707 A（三菱ケミカル株式会社）31.10.2019（2019-10-31） 全文	1-55
A	JP 2007-307853 A（トヨタ自動車株式会社）29.11.2007（2007-11-29） 全文	1-55

☐ 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抵触するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
“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
23.04.2021	11.05.2021

名称及びあて先
日本国特許庁(ISA/JP)
〒100-8915
日本国
東京都千代田区霞が関三丁目４番３号

権限のある職員（特許庁審査官）
▲高▼橋　理絵 4R 5797

電話番号 03-3581-1101 内線 3469

国際調査報告
パテントファミリーに関する情報

国際出願番号
PCT/JP2021/011690

引用文献	公表日	パテントファミリー文献	公表日
WO 2018/079824 A1	03.05.2018	US 2019/0270225 A1 特許請求の範囲，００４１－０１４２，図１－図３ EP 3533580 A1	
JP 2020-32535 A	05.03.2020	（ファミリーなし）	
JP 2019-188707 A	31.10.2019	（ファミリーなし）	
JP 2007-307853 A	29.11.2007	（ファミリーなし）	