

(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
2015 年 6 月 25 日(25.06.2015)



(10) 国際公開番号

WO 2015/093418 A1

- (51) 国際特許分類:
B29C 43/32 (2006.01) B29C 70/06 (2006.01)
B29C 43/12 (2006.01) B29K 105/06 (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2014/083056
- (22) 国際出願日: 2014 年 12 月 12 日(12.12.2014)
- (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 2013-264476 2013 年 12 月 20 日(20.12.2013) JP
- (71) 出願人: 三菱重工業株式会社 (MITSUBISHI HEAVY INDUSTRIES, LTD.) [JP/JP]; 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 Tokyo (JP).
- (72) 発明者: 井上 亜希 (INOUE, Aki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP). 栗村 隆之 (KURIMURA, Takayuki); 〒1088215 東京都港区港南二丁目 1 6 番 5 号 三菱重工業株式会社内 Tokyo (JP).
- (74) 代理人: 酒井 宏明, 外 (SAKAI, Hiroaki et al.); 〒1000013 東京都千代田区霞が関 3 丁目 8 番 1 号 虎の門三井ビルディング 特許業務法人酒井国際特許事務所 Tokyo (JP).

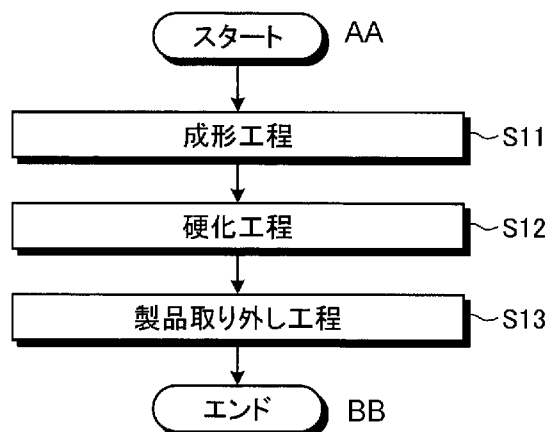
- (81) 指定国 (表示のない限り、全ての種類の国内保護が可能): AE, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BN, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CL, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IR, IS, KE, KG, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, 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, 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:

— 国際調査報告 (条約第 21 条(3))

(54) Title: COMPOSITE MATERIAL MANUFACTURING METHOD AND COMPOSITE MATERIAL

(54) 発明の名称: 複合材料の製造方法、及び複合材料



S11 Molding step
S12 Curing step
S13 Product removal step
AA Start
BB End

(57) Abstract: The purpose of the present invention is to provide a composite material manufacturing method with which product deformation due to spring back can be reduced and a composite material for which said method was used. This composite material manufacturing method is characterized in comprising: a molding step (S11) for disposing a composite material in a molding jig and molding the composite material into an intended shape by laminating; a curing step (S12) for heating and curing the composite material disposed in the molding jig while applying vibration to the molding jig and/or the composite material after heating and curing; and a product removal step (S13) for removing the heated and cured composite material product from the molding jig.

(57) 要約: スプリングバックによる製品の変形を低減できる複合材料の製造方法及びそれを用いた複合材料を提供すること。本発明の複合材料の製造方法は、成形用治具に複合材料を配置し、複合材料を積層して所望の形状に成形する成形工程 S 1 1 と、成形用治具、及び／又は、加熱硬化後の複合材料に振動を与えながら成形用治具に配置された複合材料を加熱して硬化させる硬化工程 S 1 2 と、成形用治具から加熱硬化後の複合材料の製品を取り外す製品取り外し工程 S 1 3 と、を含むことを特徴とする。

明 細 書

発明の名称： 複合材料の製造方法、及び複合材料

技術分野

[0001] 本発明は、複合材料の製造方法及びそれを用いた複合材料に関し、特に、製造時のスプリングバックを低減できる複合材料の製造方法及び複合材料に関する。

背景技術

[0002] 従来、エネルギー開発材料及び航空宇宙構造材料などの分野においては、耐熱性向上及び比強度向上が可能な複合材料 (Composite material) が脚光を浴びている。従来の複合材料の製造方法では、開口部を有する外側成形用治具の開口部内に繊維シートなどの複合材料を配置した状態で、外側成形用治具との間で繊維シートを挟持するように、内側成形用治具 (中子部材) を外側成形用治具の開口部内に配置する。そして、従来の複合材料の製造方法では、外側成形用治具と内側成形用治具との間で繊維シートを挟持した状態で繊維シートを加熱硬化し、加熱硬化後の繊維シートから外側成形用治具及び内側成形用治具から繊維シートを取り外すことにより複合材料が製造される。

先行技術文献

特許文献

[0003] 特許文献1：特開2001-341209号公報

発明の概要

発明が解決しようとする課題

[0004] ところで、従来の複合材料の製造方法においては、対向する一对の平板部と、この一对の平板部の両端部を接続する接続部とを有する断面U字形状の複合材料を製造する場合がある。この場合、外側成形用治具から加熱硬化後の繊維シートを外す際に、各層の繊維シートが、曲げ度合いに見合ったズレを得る前に硬化するので、一对の平板部と接続部との間の部分に残留応力が

発生することがある。そして、残留応力に基づくスプリングバックにより、外側成形用治具及び内側成形用治具から加熱硬化後の繊維シートを取り外す際に製品が内側（矢印D参照）に変形することがある。

[0005] このため、従来の複合材料の製造方法では、内側成形用治具の対向する一対の平板部間に、繊維シートに弾性変形を与えた状態で支持部材を配置することにより、外側成形用治具及び内側成形用治具から製品を取り外す際の残留応力に基づく製品の変形を低減している。

[0006] しかしながら、従来の複合材料の製造方法では、支持部材を配置した場合であっても、一対の平板部と接続部との間の残留応力の影響を十分に取り除くことができず、スプリングバックによる製品の変形を十分に低減できる複合材料の製造方法が望まれている実情がある。

[0007] 本発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、成形時の残留応力に基づくスプリングバックによる製品の変形を低減できる複合材料の製造方法及びそれを用いた複合材料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] 本発明の複合材料の製造方法は、成形用治具に複合材料を配置し、前記複合材料を積層して所望の形状に成形する成形工程と、前記成形用治具及び成形後の前記複合材料の少なくとも一方に振動印加手段によって振動を与えながら前記成形用治具に配置された複合材料を加熱して硬化させる硬化工程と、前記成形用治具から前記加熱硬化後の複合材料の製品を取り外す製品取り外し工程と、を含むことを特徴とする。

[0009] この方法によれば、複数が積層された複合材料に振動を与えながら加熱によって複合材料を徐々に硬化できるので、積層した複数の複合材料の成形に伴う位置ズレを緩和しながら複合材料を所望の形状に固化させることが可能となる。これにより、成形時に複合材料に発生した残留応力を緩和しながら、複合材料を成形できるので、スプリングバックによる製品の変形を低減できる複合材料の製造方法を実現できる。

[0010] 本発明の複合材料の製造方法においては、前記成形用治具が、一対の平板

部及び当該一对の平板部を接続する接続部を有する外側成形用治具と、一对の平板部及び当該一对の平板部を接続する接続部を有する内側成形用治具とを備え、前記内側成形用治具と前記外側成形用治具との間で前記複合材料を挟持して前記複合材料を加熱することが好ましい。この方法により、スプリングバックによる変形が大きい一对の平板部及び当該一对の平板部を接続する接続部を有する断面U字形状の成形用治具を用いて複合材料を成形する場合であっても、成形時に複合材料に発生した残留応力を緩和しながら、複合材料を成形できるので、スプリングバックによる製品の変形をより一層低減できる。

[0011] 本発明の複合材料の製造方法においては、前記硬化工程において、前記成形用治具の中央部を固定した状態で前記複合材料を加熱して硬化させることが好ましい。この方法により、固定された成形用治具の中央部から両端部に向けて徐々に複合材料の位置ズレが生じるので、中央部から両端部に向けて略均等に位置ズレを生じさせることが可能となる。これにより、断面M字形状などの複雑な形状の成形用治具を用いた場合であっても、スプリングバックによる製品の変形をより効率よく低減することが可能となる。

[0012] 本発明の複合材料の製造方法においては、前記硬化工程において、前記成形用治具の一端部及び／又は両端部を固定した状態で前記複合材料を加熱して硬化させることが好ましい。この方法により、固定された成形用治具の一端部及び／又は両端部から中央部に向けて徐々に複合材料の位置ズレが生じるので、一端部及び／又は両端部に向けて略均等に位置ズレを生じさせることが可能となり、スプリングバックによる製品の変形をより一層低減できる。そして、成形用治具の固定された一端部及び／又は両端部における複合材料の加工処理（切断処理）を施す必要がなくなるので、作業時間を短縮することもできる。

[0013] 本発明の複合材料の製造方法は、成形用治具に複合材料を配置し、前記複合材料を積層して所望の形状に成形する成形工程と、前記成形用治具に配置された前記複合材料をフィルム部材で覆った後、前記フィルム部材内を真空

吸引する真空吸引工程と、前記フィルム部材内に液状樹脂を封入して複合材料間に液状樹脂を含浸させる液状樹脂封入工程と、前記成形用治具及び前記液状樹脂を含浸させた前記複合材料の少なくとも一方に振動印加手段で振動を与えながら前記成形用治具に配置された複合材料を加熱して硬化させる硬化工程と、前記成形用治具から前記加熱硬化後の複合材料の製品を取り外す製品取り外し工程と、を含むことを特徴とする。

[0014] この方法によれば、複数が積層された複合材料に振動を与えながら、加熱によって複合材料を徐々に硬化できるので、積層した複数の複合材料の成形に伴う位置ズレを緩和しながら複合材料を所望の形状に固化させることが可能となる。これにより、成形時に複合材料に発生した残留応力を緩和できると共に、液状樹脂の封入に伴う気孔率を低減しながら複合材料を成形できるので、スプリングバックによる製品の変形を低減できる複合材料の製造方法を実現できる。

[0015] 本発明の複合材料の製造方法においては、前記硬化工程において、複数の振動印加手段により前記成形用治具、及び／又は、加熱成形後の前記複合材料に振動印加手段によって振動を与えながら前記複合材料を硬化させることが好ましい。この方法により、複数の振動印加手段によって振動を付与するので、成形時に複合材料に発生した残留応力を緩和しながら複合材料を固化でき、スプリングバックによる製品の変形をより一層低減できる。

[0016] 本発明の複合材料の製造方法においては、前記振動印加手段が、前記複合材料に所定周波数で振動を付与する振動子であることが好ましい。この方法により、積層した複合材料が硬化するまでに各層に均一かつ適正な位置ズレが生じるので、断続的かつ局所的に振動を付与する場合と比較して各層間の位置ズレの差異を低減でき、各層間の残留応力を効率よく低減することができる。

[0017] 本発明の複合材料は、上記複合材料の製造方法によって得られたことを特徴とする。

[0018] この構成によれば、複数が積層された複合材料に振動を与えながら複合材

料が加熱によって硬化されるので、複数の積層材料の成形に伴う位置ズレを緩和しながら複合材料を所望の形状に硬化する。これにより、成形時に複合材料に発生した残留応力を緩和しながら複合材料が成形されるので、複合材料のスプリングバックによる製品の変形を低減できる。

発明の効果

[0019] 本発明によれば、成形時の残留応力に基づくスプリングバックによる製品の変形を低減できる複合材料の製造方法及びそれを用いた複合材料を実現できる。

図面の簡単な説明

[0020] [図1]図1は、本発明の第1の実施の形態に係る複合材料の製造方法のフロー図である。

[図2]図2は、第1の実施の形態に係る成形用治具の模式的な斜視図である。

[図3A]図3Aは、第1の実施の形態に係る複合材料の製造方法の説明図である。

[図3B]図3Bは、第1の実施の形態に係る複合材料の製造方法の説明図である。

[図4]図4は、第1の実施の形態に係る複合材料の製造方法の説明図である。

[図5A]図5Aは、第1の実施の形態に係る複合材料の製造方法の硬化工程の他の例を示す図である。

[図5B]図5Bは、第1の実施の形態に係る複合材料の製造方法の硬化工程の他の例を示す図である。

[図5C]図5Cは、第1の実施の形態に係る複合材料の製造方法の硬化工程の他の例を示す図である。

[図6]図6は、第1の実施の形態に係る成形用治具の他の例を示す図である。

[図7A]図7Aは、第1の実施の形態に係る硬化工程の他の例を示す図である。

[図7B]図7Bは、第1の実施の形態に係る硬化工程の他の例を示す図である。

[図8]図8は、本発明の第2の実施の形態に係る複合材料の製造方法のフロー図である。

[図9A]図9Aは、第2の実施の形態に係る真空含浸装置の模式図である。

[図9B]図9Bは、第2の実施の形態に係る真空含浸装置の模式図である。

発明を実施するための形態

[0021] 以下、本発明の実施の形態について、添付図面を参照して詳細に説明する。なお、本発明は、以下の各実施の形態に限定されるものではなく、適宜変更して実施可能である。

[0022] (第1の実施の形態)

図1は、本発明の第1の実施の形態に係る複合材料の製造方法のフロー図である。本実施の形態に係る複合材料の製造方法は、成形用治具に複合材料を配置し、前記複合材料を積層して所望の形状に成形する成形工程S11と、成形用治具及び成形後の前記複合材料の少なくとも一方に振動を与えながら成形用治具に配置された複合材料を加熱して硬化させる硬化工程S12と、成形用治具から硬化後の複合材料の製品を取り外す製品取り外し工程S13と、を含む。なお、本実施の形態に係る複合材料の製造方法においては、効果工程後に複合材料を加熱焼成してCMC化するCMC化工程などを実施してもよい。

[0023] まず、図2を参照して本実施の形態に係る成形用治具について説明する。

図2は、本実施の形態に係る成形用治具1の模式的な斜視図である。本実施の形態に係る成形用治具1は、金属材料によって構成され、概して断面U字形状をなしている一対の外側成形用治具11及び内側成形用治具13を備える。外側成形用治具11は、対向する一対の平板部11aと、この一対の平板部11aの一端部をそれぞれ接続する接続部11bとを有する。外側成形用治具11は、一対の平板部11a及び接続部11bによって囲まれた空間が開口部としての凹部11cになっている。この凹部11cの内面には、複合材料を製造する際に用いられる繊維シート12が配置される。この繊維シート12は、複数が積層されて凹部11cの内面に沿った形状に成形される

。

[0024] 外側成形用治具 1 1 の凹部 1 1 c 内には、外側成形用治具 1 1 との間で複合材料を製造する際に用いられる繊維シート 1 2 を挟持する内側成形用治具 1 3 が配置される。内側成形用治具 1 3 は、概して断面 U 字形状を有しており、また外側成形用治具 1 1 と相似形状をなしている。内側成形用治具 1 3 は、対向する一对の平板部 1 3 a と、この一对の平板部 1 3 a の一端部をそれぞれ接続する接続部 1 3 b とを有する。この内側成形用治具 1 3 は、一对の平板部 1 3 a 及び接続部 1 3 b によって囲まれた空間が開口部としての凹部 1 3 c になっている。

[0025] 次に、本実施の形態に係る複合材料の製造方法について詳細に説明する。図 3 A 及び図 3 B は、本実施の形態に係る複合材料の製造方法の説明図である。図 3 A に示すように、成形工程 S 1 1 では、内側成形用治具 1 3 の外周面に沿って繊維シート 1 2 を積層して所望の形状となるように成形する。繊維シート 1 2 としては、例えば、ガラス繊維及びカーボン繊維の織物が用いられる。次に、図 3 B に示すように、外側成形用治具 1 1 を繊維シート 1 2 上に配置し、外側成形用治具 1 1 と内側成形用治具 1 3 との間で繊維シート 1 2 を挟持する。

[0026] 次に、硬化工程 S 1 2 では、外側成形用治具 1 1 を介して振動印加手段 1 4 で繊維シート 1 2 に振動を印加させながら、繊維シート 1 2 を徐々に加熱（例えば、200℃）して繊維シート 1 2 を成形しながら硬化させる。ここでは、積層された繊維シート 1 2 が固化する時間差を利用して振動印加手段 1 4 で振動を付与する位置を変えながら繊維シート 1 2 の固化を行う。これにより、図 3 B 及び図 4 に示すように、加熱開始時には相互に密着していた外側成形用治具 1 1、繊維シート 1 2、及び内側成形用治具 1 3 が、振動印加手段 1 4 によって印加された振動によって徐々に位置ズレしながら固化するので、外側成形用治具 1 1 と繊維シート 1 2 との間に空間 A 1 及び A 2 が生じる。この結果、繊維シート 1 2 の積層時に発生した複数の繊維シート 1 2 内部の残留応力が緩和されるので、後述する加熱硬化後の残留応力に基づ

くスプリングバックによる製品の変形を防ぐことが可能となる。なお、振動印加手段 1 4 によって振動を付与する位置については、本発明の効果を奏する範囲であれば特に制限はなく、一对の平板部 1 3 a に振動を付与してもよく、接続部 1 3 b に振動を付与してもよく、一对の平板部 1 3 a と接続部 1 3 b の境界部分に振動を付与してもよい。また、振動印加手段 1 4 による振動の付与は、繊維シート 1 2 が完全に硬化するまで実施することが好ましい。

[0027] そして、振動印加手段 1 4 で繊維シート 1 2 に振動を付与しながら、繊維シート 1 2 を完全に固化した後、繊維シート 1 2 を挟持した成形用治具 1 をオートクレーブなどの炉内にて $3 \text{ kg} / \text{cm}^2$ 程度の圧力、かつ 200°C 程度の高温で加熱焼成する。最後に、製品取り外し工程 S 1 3 では、加熱焼成後の成形用治具 1 を室温程度に冷却した後、外側成形用治具 1 1 及び内側成形用治具 1 3 を順次繊維シート 1 2 から取り外して複数の繊維シート 1 2 が積層された複合材料を製造する。

[0028] 硬化工程 S 1 2 における温度としては、本発明の効果を奏する範囲であれば特に制限はない。硬化工程 S 1 2 における温度は、例えば、 130°C 以上 200°C 以下である。また、振動印加手段 1 4 としては、本発明の効果を奏する範囲であれば、各種振動印加手段を用いることが可能である。振動印加手段 1 4 としては、例えば、各種振動子を用いることができ、これらの中でも、超音波振動子などの高周波の振動を印加できるものを用いることができる。

[0029] このように、本実施の形態によれば、複数の積層された繊維シート 1 2 に振動を与えながら、加熱によって繊維シート 1 2 を硬化するので、複数の繊維シート 1 2 を積層した複合材料の成形に伴う位置ズレを緩和しながら複合材料を所望の形状に徐々に固化させることが可能となる。これにより、成形時に繊維シート 1 2 の内部に発生した残留応力を緩和しながら繊維シート 1 2 を加熱できるので、スプリングバックによる製品の変形を低減できる複合材料の製造方法を実現できる。

[0030] また、本実施の形態によれば、スプリングバックによる変形が大きい断面 U 字形状の外側成形用治具 11 及び内側成形用治具 13 を備えた成形用治具 1 を用いて複合材料を成形する場合であっても、成形時に繊維シート 12 に発生した残留応力を緩和しながら繊維シート 12 を成形できるので、スプリングバックによる製品の変形をより一層低減できる。なお、成形用治具 1 は、使用する複合材料及び成形する形状に応じて適宜厚みを変更して用いることができる。また、成形用治具 1 としては、複数の部材に分解可能なものを持ちいてもよい。

[0031] なお、上記実施の形態においては、1 つの振動印加手段 14 を用いる例について説明したが、振動印加手段 14 は、複数を併用してもよい。複数の振動印加手段 14 を併用することにより、スプリングバックによる製品の変形を一層低減することができる。また、振動印加手段 14 による振動は、繊維シート 12 に局所的に印加してもよく、また繊維シート 12 全体に印加してもよい。

[0032] なお、上記実施の形態に係る複合材料の製造方法では、振動印加手段 14 によって外側成形用治具 11 に振動を付与しながら繊維シート 12 を固化する例について説明したが、振動印加手段 14 による振動は、必ずしも外側成形用治具 11 に付与する必要はない。

[0033] 図 5 A ～図 5 C は、上記実施の形態に係る複合材料の製造方法の硬化工程 S12 の他の例を示す図である。図 5 A に示す例では、振動印加手段 14 は、繊維シート 12 に振動を付与している。このように振動を付与することにより、繊維シート 12 は、外側成形用治具 11 と比較して振動が伝達しにくいので、繊維シート 12 におけるスプリングバックが発生しやすい特定箇所に局所的に振動を付与することが可能となり、スプリングバックによる製品の変形をより効果的に低減することが可能となる。なお、振動印加手段 14 により繊維シート 12 へ振動を印加する際の位置としては、例えば、一対の外側成形用治具 11 と内側成形用治具 13 との間に繊維シート 12 を挟持した状態で、図 2 に示す成形用治具 1 に対する紙面手前方向側から繊維シート

12に直接振動を印加してもよく、図2に示す成形用治具1に対する紙面奥行方向側から繊維シート12に直接振動を印加してもよい。また、外側成形用治具11と内側成形用治具13に開口部を設けて振動を印加するようにしてもよい。

[0034] 図5Bに示す例では、2つの振動印加手段14A、14Bを用いて振動を同時に付与している。振動印加手段14Aは、繊維シート12に振動を付与し、振動印加手段14Bが外側成形用治具11に振動を付与する。このように振動を金属製などの治具と複合材料に同時に付与することにより、繊維シート12の広範囲に振動を付与できると共に、繊維シート12を局所的に振動させることが可能となるので、スプリングバックをより一層低減することができる。

[0035] 図5Cに示す例では、2つの振動印加手段14A、14Bを用いて振動を同時に付与している。振動印加手段14A、14Bは、それぞれ繊維シート12の異なる場所に振動を付与する。このように繊維シート12の異なる箇所と同時に振動を付与することにより、繊維シート12の所望の部位を効率よく局所的に振動させることが可能となる。

[0036] 図6は、本実施の形態に係る成形用治具の他の例を示す図である。図6に示す成形用治具100は、金属材料によって構成され、概して断面M字形状をなしている一対の外側成形用治具101及び内側成形用治具103を備える。外側成形用治具101は、対向する一対の平板部101aと、この一対の平板部101aの一端部からそれぞれ平板部101aに対して折り返す方向に延在する接続する一対の延在部101bとを有する。一対の延在部101bの先端部は接合されている。外側成形用治具101は、一対の平板部101a及び接続部101bによって囲まれた空間が開口部としての凹部101cになっている。この凹部101cの内面には、複合材料を製造する際に用いられる繊維シート102が配置される。この繊維シート102は、複数が積層されて凹部101cの内面に沿った形状に成形される。

[0037] 外側成形用治具101の凹部101c内には、外側成形用治具101との

間で複合材料を製造する際に用いられる繊維シート 102 を挟持する内側成形用治具 103 が配置される。内側成形用治具 103 は、概して断面 U 字形状を有しており、また外側成形用治具 101 と相似形状をなしている。内側成形用治具 103 は、対向する一对の平板部 103a と、この一对の平板部 103a の一端部からそれぞれ平板部 103a に対して折り返す方向に延在する接続する一对の延在部 103b とを有する。一对の延在部 103b の先端部は接合されている。この内側成形用治具 103 は、一对の平板部 103a 及び接続部 103b によって囲まれた空間が開口部としての凹部 103c になっている。このような成形用治具 1 に対して相対的に複雑な形状を有する成形用治具 100 においても、上述した成形用治具 1 で説明したように、振動印加手段 14 で振動を付与しながら繊維シート 102 を硬化させることにより、成形時に複合材料に発生した残留応力を緩和しながら、複合材料を成形できるので、スプリングバックによる製品の変形をより一層低減できる。

[0038] 図 7A 及び図 7B は、硬化工程 S12 の他の例を示す図である。図 7A に示す例では、一对の固定用治具 30a、30b によって成形用治具 1 の接続部 11b における中央部を押圧した状態で振動印加手段 14 によって繊維シート 12 に振動を付与しながら繊維シート 12 を硬化させる。これにより、押圧により固定された成形用治具 1 の接続部 11b の中央部から平板部 11a に向けて徐々に繊維シート 12 の中央部 11c から両端部 12a、12b に向けて位置ズレが生じるので、接続部 11b の中央部から平板部 11a の両端部に向けて略均等に位置ズレを生じさせることが可能となる。これにより、例えば、図 7A に示す断面 U 字形状の成形用治具 1 だけでなく、図 6 に示したような断面 M 字形状などの複雑な形状の成形用治具 2 を用いた場合であっても、スプリングバックによる製品の変形をより効率よく低減することが可能となる。

[0039] 図 7B に示す例では、一对の固定用治具 30a、30b によって成形用治具 1 の平板部 11a の一端部（又は一对の平板部 11a それぞれの一端部）

を押圧した状態で振動印加手段 14 によって繊維シート 12 に振動を付与しながら繊維シート 12 を硬化させる。これにより、押圧によって固定された成形用治具 1 の一端部及び／又は一対の平板部 11a それぞれの一端部から中央部に向けて徐々に繊維シート 12 の両端部 12a、12b から中央部 12c に向けて位置ズレが生じるので、平板部 11a の一端部及び／又は一対の平板部 11a それぞれの一端部に向けて略均等に位置ズレを生じさせることが可能となり、スプリングバックによる製品の変形をより一層低減できる。そして、成形用治具 1 の固定された平板部 11a の一端部及び／又は一対の平板部 11a それぞれの一端部における複合材料の加工処理（切断処理）を施す必要がなくなるので、作業時間を短縮することもできる。なお、一対の固定用治具 30a、30b としては、外側成形用治具 11 及び内側成形用治具 13 を介して繊維シート 12 の位置を固定できるものであれば特に制限はなく、例えば、アクチュエータなどを用いることができる。

[0040] 本実施の形態においては、振動子印加手段 14 が、複合材料 12 に所定周波数で振動を付与する振動子であることが好ましい。これにより、積層した複合材料が硬化するまでに各層に均一かつ適正な位置ズレが生じるので、断続的かつ局所的に振動を付与する場合と比較して各層間の位置ズレの差異を低減でき、各層間の残留応力を効率よく低減することができる。

[0041] 次に、本発明の第 2 の実施の形態に係る複合材料の製造方法について説明する。なお、以下において、上述した実施の形態との相違点について重点的に説明し、説明の重複を避ける。

[0042] （第 2 の実施の形態）

図 8 は、本発明の第 2 の実施の形態に係る複合材料の製造方法のフロー図である。図 8 に示すように、本実施の形態に係る複合材料の製造方法は、成形用治具に複合材料を配置し、複合材料を積層して所望の形状に成形する成形工程 S21 と、成形用治具に配置された複合材料をフィルム部材で覆った後、フィルム部材内を真空吸引する真空吸引工程 S22 と、フィルム部材内にエポキシ樹脂などの液状樹脂を封入して複合材料間に液状樹脂を含浸させ

る液状樹脂封入工程 S 2 3 と、成形用治具、及び／又は、液状樹脂を含浸させた複合材料に振動を与えながら成形用治具に配置された複合材料を加熱して硬化させる硬化工程 S 2 4 と、成形用治具から加熱硬化後の複合材料の製品を取り外す製品取り外し工程 S 2 5 と、を含む。

[0043] まず、図 9 を参照して本実施の形態に係る複合材料の製造方法に用いられる真空含浸装置 2 0 について簡単に説明する。図 9 は、本実施の形態に係る真空含浸装置 2 0 の模式図である。この真空含浸装置 2 0 では、真空含浸工法（V a R T M 法：Vacuum assisted Resin Transfer Molding）により F E P などの複合材料を製造する。この真空含浸装置 2 0 においては、金属材料によって構成された成型型（成型用治具）2 1 上に、プラスチックフィルム 2 2 を介して複数の繊維シート 2 3 が積層される。積層された繊維シート 2 3 上には、樹脂拡散防止用のメッシュシート 2 4 が配置され、繊維シート 2 3 及びメッシュシートを覆うようにバッグフィルム（フィルム部材）2 5 が配置される。このバッグフィルム 2 5 の両端部は、シール部材 2 6 で密封される。この真空含浸装置 2 0 においては、バッグフィルム 2 5 の内部が真空吸引可能となっており、真空吸引後に液状樹脂が注入口 2 7 から注入される。

[0044] 次に、本実施の形態に係る複合材料の製造方法について詳細に説明する。成型工程 S 2 1 では、成型型 2 1 の上に繊維シート 2 3 とプラスチックフィルム 2 2 とを交互に積層して、所望の形状となるように成型する。繊維シート 2 3 としては、例えば、ガラス繊維及びカーボン繊維の織物が用いられる。次に、真空吸引工程 S 2 2 では、成型型 2 1 の上に配置された複合材料をバッグフィルム 2 5 で覆った後、バッグフィルム 2 5 内を真空吸引する。

[0045] 次に、図 9 に示すように、液状樹脂封入工程 S 2 3 では、バッグフィルム 2 5 の内部に液状樹脂を封入して繊維シート 2 3 とプラスチックフィルム 2 2 との間に液状樹脂を含浸させる。ここで、本実施の形態においては、真空吸引中に振動印加手段 1 4 により真空含浸装置 2 0 に振動を付与しながら液状樹脂を注入する。これにより、液状樹脂に伴ってバッグフィルム 2 5 に注

入される気泡を低減することが可能となるので、繊維シート 23 を積層してなる複合材料の内部の気孔率を低減することが可能となる。なお、振動印加手段 14 による振動は、真空含浸装置 20 のシール部材 26 に付与してもよく、成形型 21 に付与してもよい。

[0046] 次に、図 9 に示すように、硬化工程 S 24 では、バッグフィルム 25 を介して振動印加手段 14 で積層した繊維シート 23 に振動を印加させながら、繊維シート 23 を徐々に加熱（例えば、130℃）して繊維シート 23 を成形しながら固化させる。ここでは、積層された繊維シート 23 が固化する時間差を利用して振動印加手段 14 で振動を付与する位置を変えながら繊維シート 23 の固化を行う。これにより、上述した第 1 の実施の形態に係る複合材料の製造方法と同様に、複数積層された液状樹脂を含浸する繊維シート 23 が、振動印加手段 14 によって印加された振動によって徐々に位置ズレしながら固化する。この結果、繊維シート 23 の積層時に発生した複数の繊維シート 23 内部の残留応力及び液状樹脂の封入に伴う気孔の影響が緩和されるので、後述する加熱硬化後の残留応力に基づくスプリングバックによる製品の変形を防ぐことが可能となる。

[0047] なお、硬化工程 S 24 では、振動印加手段 14 による振動は、バッグフィルム 25 を介して積層した繊維シート 23 に付与してもよく、成形型 21 に対して付与してもよい（不図示）。また、振動印加手段 14 による振動は、成形型 21 及び繊維シート 23 の全体に付与してもよく、局所的に付与してもよい。また、振動印加手段 14 による振動は、成形型 21 のみに付与してもよく、繊維シート 23 にのみ付与してもよく成形型 21 及び繊維シート 23 の双方に付与してもよい。また、硬化の条件としては、上述した第 1 の実施の形態に係る硬化工程と同様の条件を用いることができる。

[0048] 最後に、製品取り外し工程 S 25 では、真空含浸装置 20 内を室温程度に冷却した後、バッグフィルム 25 及びプラスチックフィルム 22 を順次繊維シート 23 から取り外して複数の繊維シート 23 が積層された複合材料を製造する。

[0049] 以上説明したように、本実施の形態に係る複合材料の製造方法によれば、複数の積層された繊維シート 23 に振動を与えながら、加熱によって繊維シート 23 を徐々に硬化できるので、積層した複数の繊維シート 23 の成形に伴う位置ズレを緩和しながら複合材料を所望の形状に固化させることが可能となると共に、繊維シート 23 内部の気孔率を低減できる。これにより、成形時に繊維シート 23 に発生した残留応力を緩和しながら、複合材料を成形できるので、スプリングバックによる製品の変形を低減できる複合材料の製造方法を実現できる。

符号の説明

- [0050] 1、2 成形用治具
- 11、101 外側成形用治具
 - 11a、101a 平板部
 - 11b、101b 接続部
 - 11c、101c 凹部
 - 12、102 繊維シート
 - 13、103 内側成形用治具
 - 13a、103a 平板部
 - 13b、103b 接続部
 - 13c、103c 凹部
 - 14、14A、14B 振動印加手段
 - 20 真空含浸装置
 - 21 成形型（成形用治具）
 - 22 プラスチックフィルム（フィルム部材）
 - 23 繊維シート
 - 24 メッシュシート
 - 25 バッグフィルム
 - 26 シール部材
 - 27 注入口

請求の範囲

- [請求項1] 成形用治具に複合材料を配置し、前記複合材料を積層して所望の形状に成形する成形工程と、
- 前記成形用治具及び成形後の前記複合材料の少なくとも一方に振動印加手段によって振動を与えながら前記成形用治具に配置された複合材料を加熱して硬化させる硬化工程と、
- 前記成形用治具から前記加熱硬化後の複合材料の製品を取り外す製品取り外し工程と、を含むことを特徴とする複合材料の製造方法。
- [請求項2] 前記成形用治具が、一对の平板部及び当該一对の平板部を接続する接続部を有する外側成形用治具と、一对の平板部及び当該一对の平板部を接続する接続部を有する内側成形用治具とを備え、前記内側成形用治具と前記外側成形用治具との間で前記複合材料を挟持して前記複合材料を加熱する、請求項1に記載の複合材料の製造方法。
- [請求項3] 前記硬化工程において、前記成形用治具の中央部を固定した状態で前記複合材料を加熱して硬化させる、請求項1又は請求項2に記載の複合材料の製造方法。
- [請求項4] 前記硬化工程において、前記成形用治具の一端部及び／又は両端部を固定した状態で前記複合材料を加熱して硬化させる、請求項1又は請求項2に記載の複合材料の製造方法。
- [請求項5] 成形用治具に複合材料を配置し、前記複合材料を積層して所望の形状に成形する成形工程と、
- 前記成形用治具に配置された前記複合材料をフィルム部材で覆った後、前記フィルム部材内を真空吸引する真空吸引工程と、
- 前記フィルム部材内に液状樹脂を封入して複合材料間に液状樹脂を含浸させる液状樹脂封入工程と、
- 前記成形用治具及び前記液状樹脂を含浸させた前記複合材料の少なくとも一方に振動印加手段で振動を与えながら前記成形用治具に配置された複合材料を加熱して硬化させる硬化工程と、

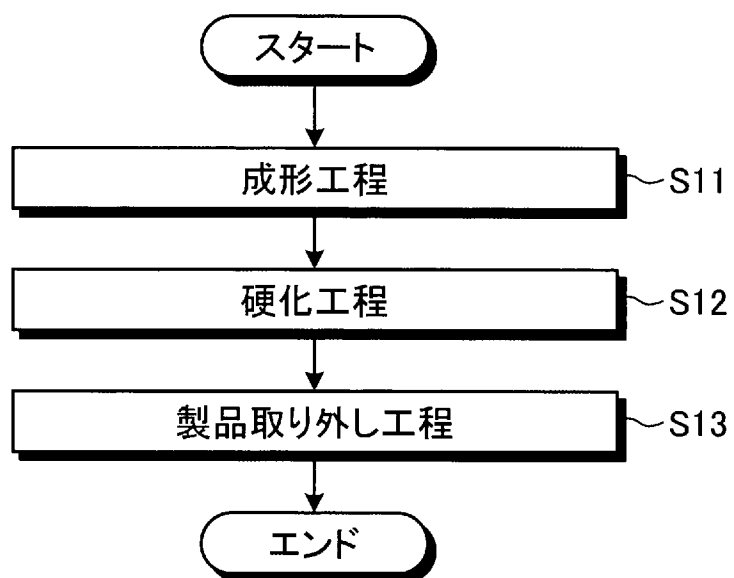
前記成形用治具から前記加熱硬化後の複合材料の製品を取り外す製品取り外し工程と、を含むことを特徴とする複合材料の製造方法。

[請求項6] 前記硬化工程において、複数の振動印加手段により前記成形用治具及び加熱成形後の前記複合材料の少なくとも一方に振動を与えながら前記複合材料を硬化させる、請求項1から請求項5のいずれか1項に記載の複合材料の製造方法。

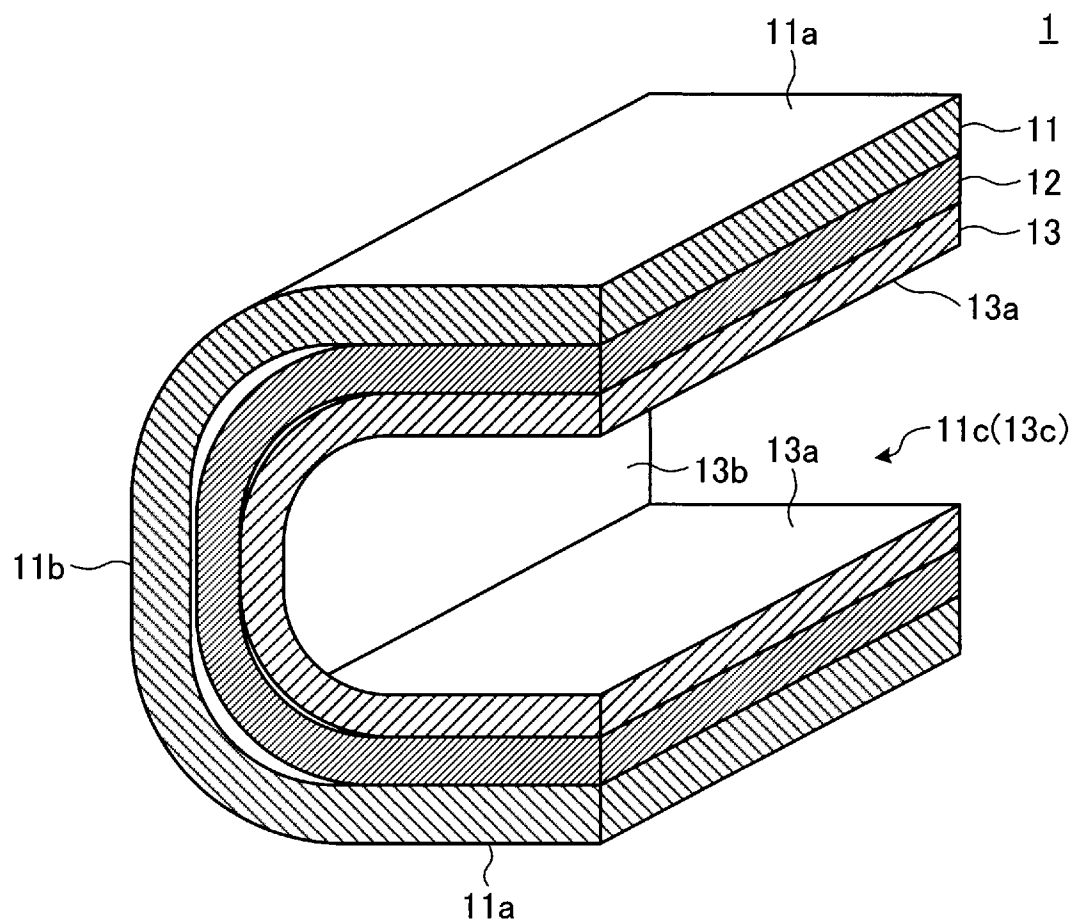
[請求項7] 前記振動印加手段が、前記複合材料に所定周波数で振動を付与する振動子である、請求項1から請求項6のいずれか1項に記載の複合材料の製造方法。

[請求項8] 請求項1から請求項7のいずれか1項に記載の複合材料の製造方法によって得られたことを特徴とする、複合材料。

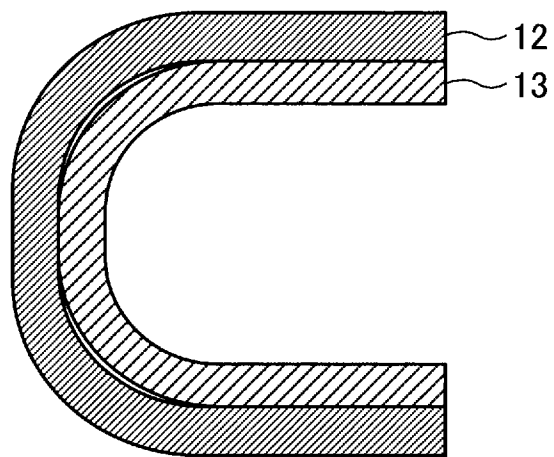
[図1]



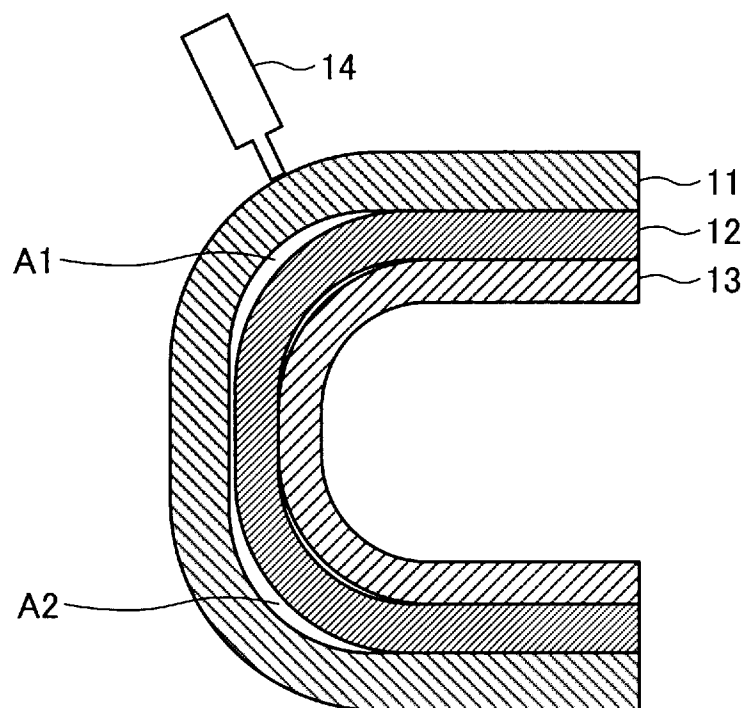
[図2]



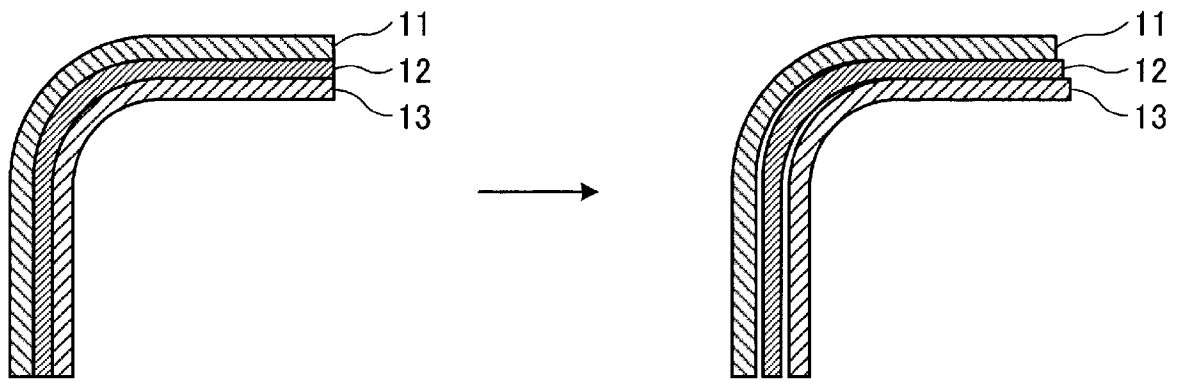
[図3A]



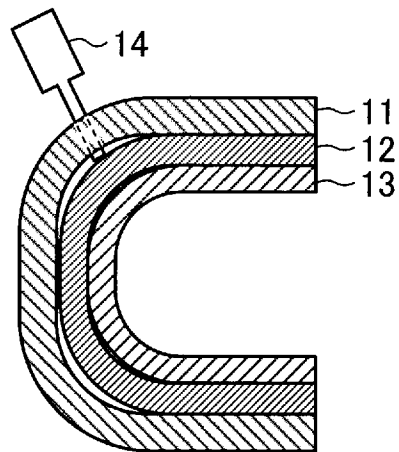
[図3B]



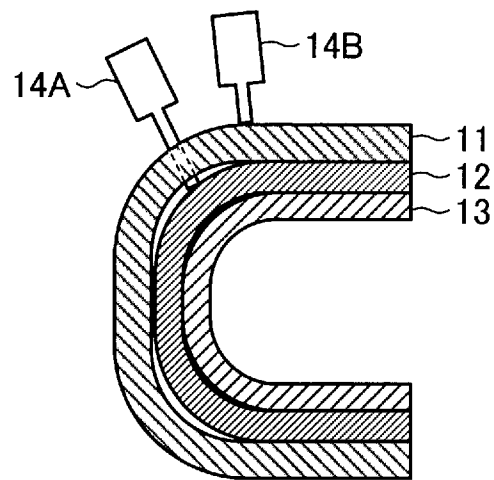
[図4]



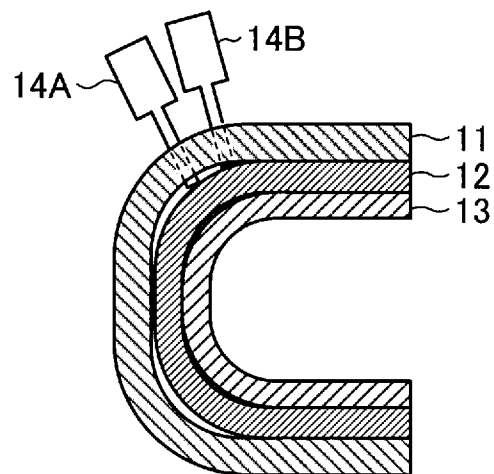
[図5A]



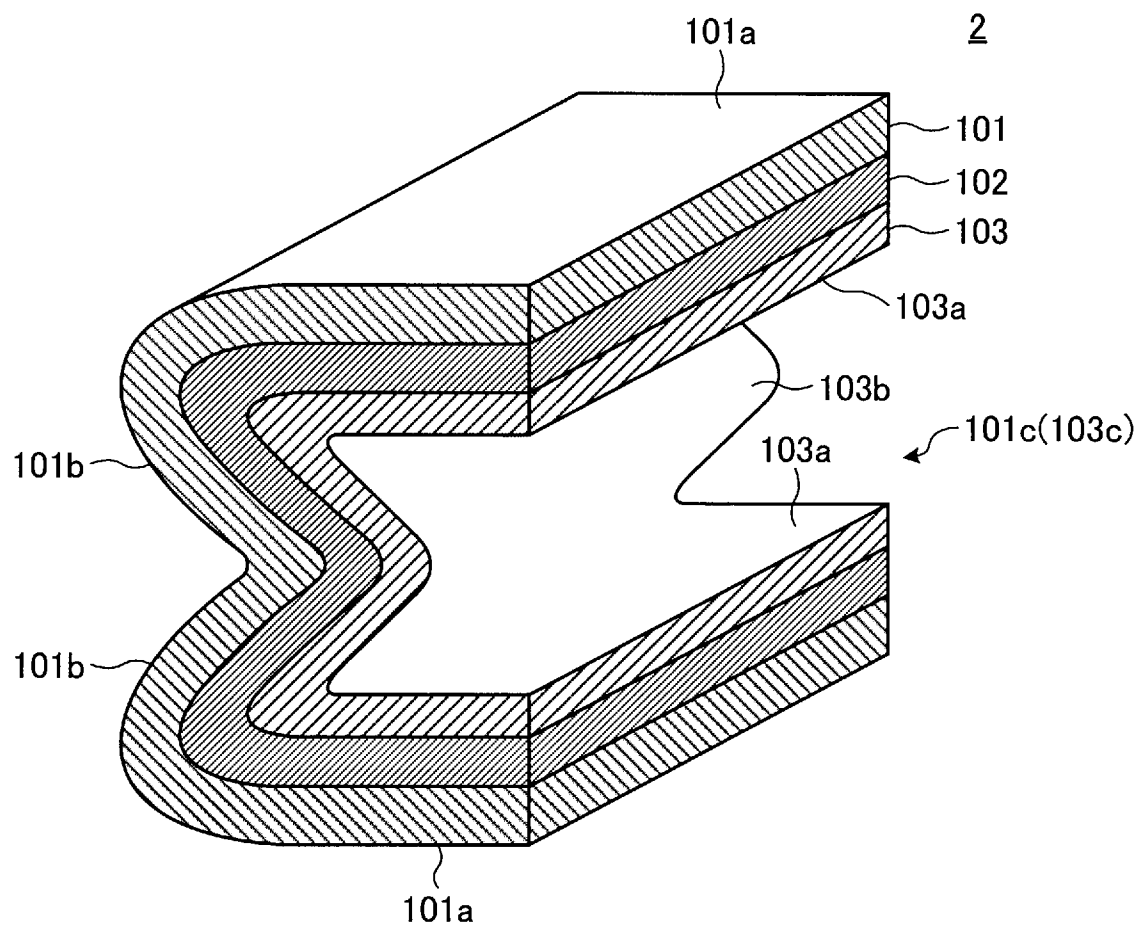
[図5B]



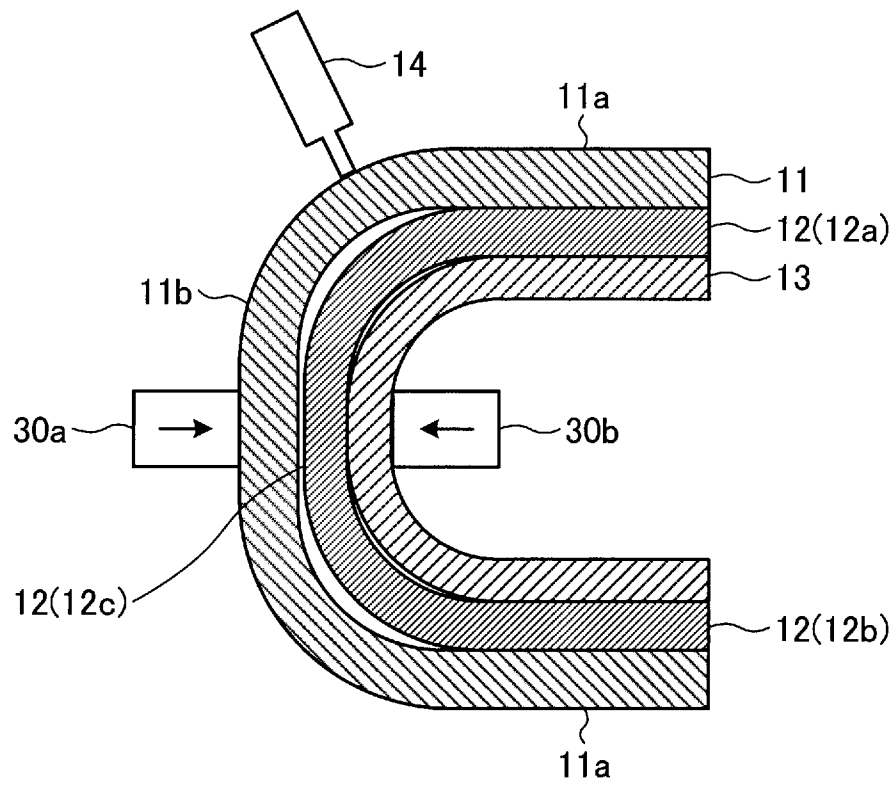
[図5C]



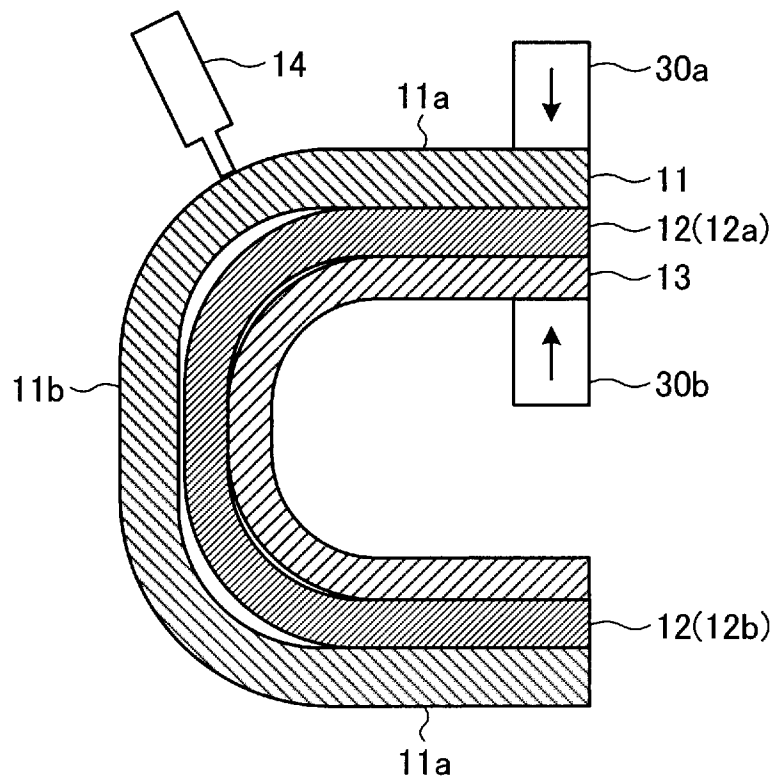
[図6]



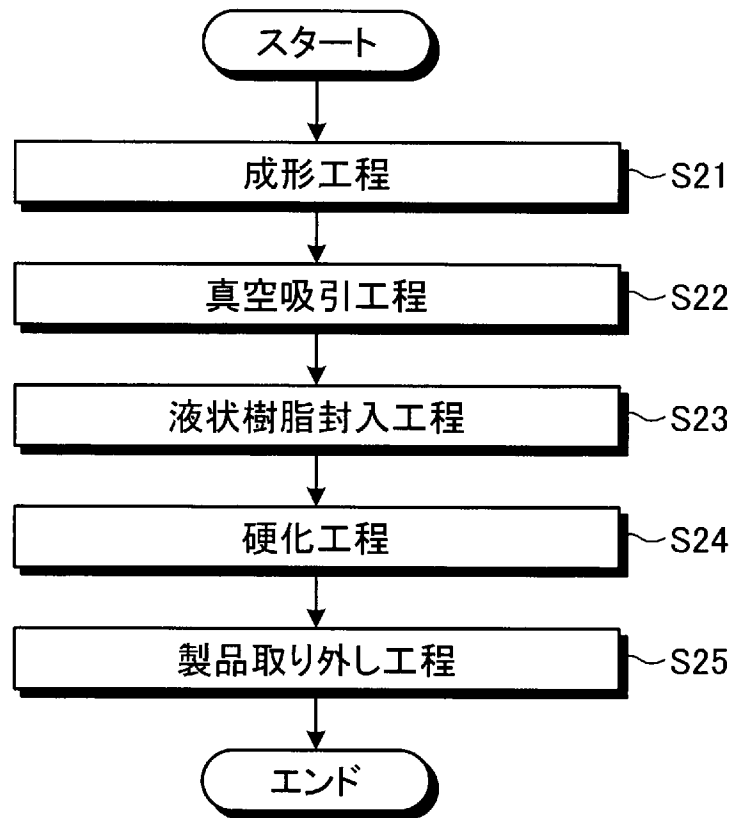
[図7A]



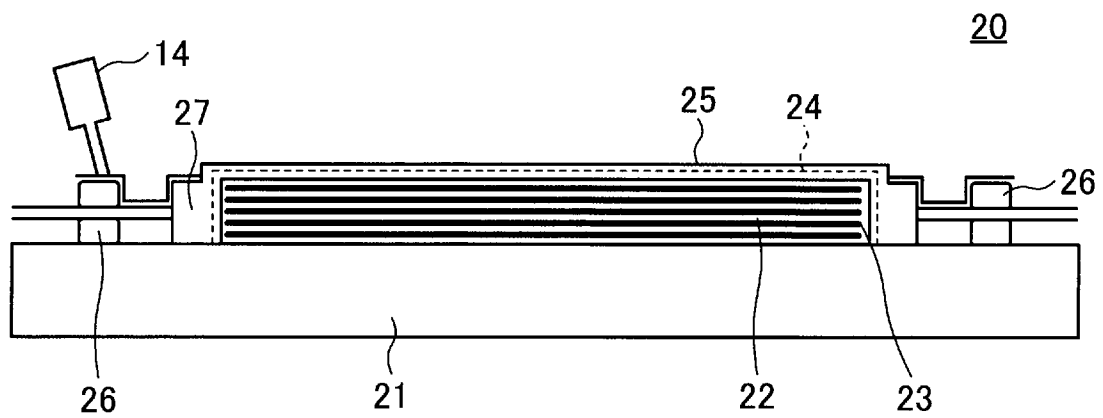
[図7B]



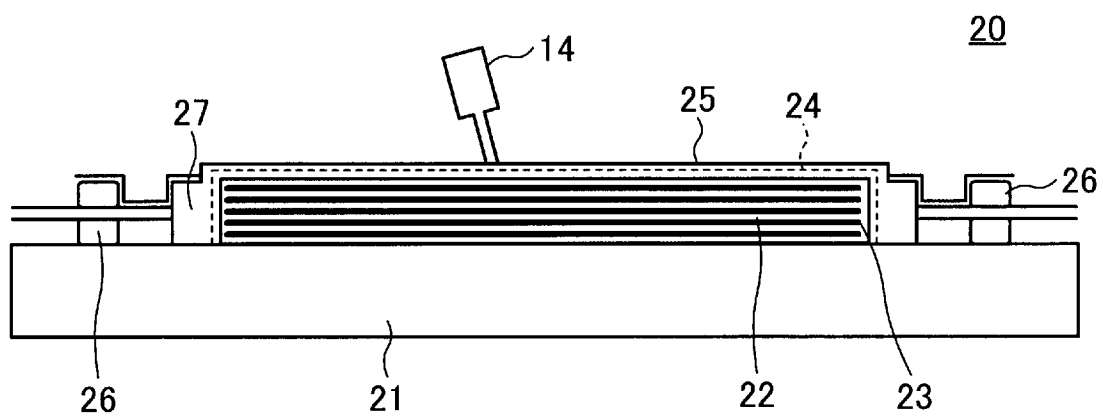
[図8]



[図9A]



[図9B]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/083056

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C43/32(2006.01)i, B29C43/12(2006.01)i, B29C70/06(2006.01)i, B29K105/06(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)

B29C43/00-B29C43/58, B29C70/06-B29C70/56, B29K105/06

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	1996-2015
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2015	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2015

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 5-192949 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 03 August 1993 (03.08.1993), fig. 1; paragraphs [0005] to [0009] (Family: none)	1, 3-5, 7-8 1-4, 6-8
X Y	JP 2001-341209 A (Mitsubishi Heavy Industries, Ltd.), 11 December 2001 (11.12.2001), fig. 1 to 2; paragraphs [0006] to [0024] (Family: none)	8 1-4, 6-8
A	JP 6-106645 A (Hitachi Chemical Co., Ltd.), 19 April 1994 (19.04.1994), paragraphs [0004] to [0011] (Family: none)	1-8

☒ 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
08 January 2015 (08.01.15)

Date of mailing of the international search report
20 January 2015 (20.01.15)

Name and mailing address of the ISA/
Japan Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2014/083056

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 2004-330474 A (Kawasaki Heavy Industries, Ltd.), 25 November 2004 (25.11.2004), fig. 1 to 11; paragraphs [0007] to [0066] (Family: none)	1-8
A	US 2012/0040106 A1 (GENERAL ELECTRIC CO.), 16 February 2012 (16.02.2012), fig. 4 to 14; paragraphs [0023] to [0100] & DE 102011052664 A & CN 102371688 A & DK 201170432 A	1-8

A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C））

Int.Cl. B29C43/32(2006.01)i, B29C43/12(2006.01)i, B29C70/06(2006.01)i, B29K105/06(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（I P C））

Int.Cl. B29C43/00-B29C43/58, B29C70/06-B29C70/56, B29K105/06

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	1 9 2 2 - 1 9 9 6 年
日本国公開実用新案公報	1 9 7 1 - 2 0 1 5 年
日本国実用新案登録公報	1 9 9 6 - 2 0 1 5 年
日本国登録実用新案公報	1 9 9 4 - 2 0 1 5 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 5-192949 A（三菱重工業株式会社）1993.08.03, 図1, 【0005】－【0009】（ファミリーなし）	1, 3-5, 7-8 1-4, 6-8
X Y	JP 2001-341209 A（三菱重工業株式会社）2001.12.11, 図1－2, 【0006】－【0024】（ファミリーなし）	8 1-4, 6-8
A	JP 6-106645 A（日立化成工業株式会社）1994.04.19, 【0004】－【0011】（ファミリーなし）	1-8

☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献

「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

0 8 . 0 1 . 2 0 1 5

国際調査報告の発送日

2 0 . 0 1 . 2 0 1 5

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁（I S A / J P）

郵便番号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）

越本 秀幸

4 R

4 0 3 6

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

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 2004-330474 A (川崎重工業株式会社) 2004.11.25, 図 1 - 1 1 , 【 0 0 0 7 】 - 【 0 0 6 6 】 (ファミリーなし)	1-8
A	US 2012/0040106 A1 (GENERAL ELECTRIC COMPANY) 2012.02.16, 図 4 - 1 4 , [0 0 2 3] - [0 1 0 0] & DE 102011052664 A & CN 102371688 A & DK 201170432 A	1-8