

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2005-246902

(P2005-246902A)

(43) 公開日 平成17年9月15日(2005.9.15)

(51) Int.Cl.⁷

B29C 39/24

B29C 39/10

B29C 39/26

// B29K 105:08

F I

B29C 39/24

B29C 39/10

B29C 39/26

B29K 105:08

テーマコード (参考)

4F202

4F204

審査請求 未請求 請求項の数 10 O L (全 11 頁)

(21) 出願番号 特願2004-63777 (P2004-63777)

(22) 出願日 平成16年3月8日(2004.3.8)

(71) 出願人 000003159

東レ株式会社

東京都中央区日本橋室町2丁目2番1号

(74) 代理人 100091384

弁理士 伴 俊光

(72) 発明者 関戸 俊英

愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地

東レ株式会社愛媛工場内

(72) 発明者 岩澤 茂郎

愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515番地

東レ株式会社愛媛工場内

Fターム(参考) 4F202 AD16 AG01 AG03 AJ10 CA01

CA09 CB01 CB11 CB26 CK15

最終頁に続く

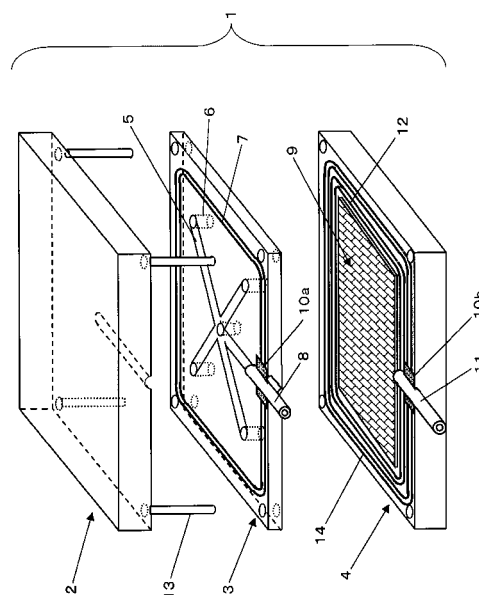
(54) 【発明の名称】 R T M成形方法

(57) 【要約】

【課題】比較的大型の成成品に対しても、樹脂が流れない領域が生じさせることなく、高速で成形でき、それによって、成形時間の短縮、生産量の増加、製造コストの低減をはかることが可能なR T M成形方法を提供する。

【解決手段】複数の型からなる成形型のキャビティ部に強化繊維基材を配設し、型締めした後、樹脂を注入して成形するR T M成形方法において、一方の型(たとえば、上型)と他方の型(たとえば、下型)の間に、樹脂流路を形成する中間部材を配設し、該中間部材を介して、樹脂を強化繊維基材に対して複数の箇所からほぼ同時に注入することを特徴とするR T M成形方法。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の型からなる成形型のキャビティ部に強化繊維基材を配設し、型締めした後、樹脂を注入して成形する R T M 成形方法において、一方の型と他方の型の間に、厚み方向に貫通する樹脂流路を形成する中間部材を配設し、該中間部材を介して、樹脂を強化繊維基材に対して複数の箇所からほぼ同時に注入することを特徴とする R T M 成形方法。

【請求項 2】

いずれかの型に、強化繊維基材に対して実質的に全周にわたって延びる樹脂排出用溝が形成されている、請求項 1 に記載の R T M 成形方法。

【請求項 3】

前記中間部材に、強化繊維基材に対して実質的に全周にわたって延びる樹脂排出用溝が形成されている、請求項 1 に記載の R T M 成形方法。

【請求項 4】

前記中間部材に、一方の型側に形成された樹脂流路用溝と、該溝に連通し強化繊維基材側へと貫通する貫通孔が設けられていることを特徴とする、請求項 1 ~ 3 のいずれかに記載の R T M 成形方法。

【請求項 5】

前記中間部材が金属製または樹脂製であることを特徴とする、請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の R T M 成形方法。

【請求項 6】

樹脂注入用部材を前記中間部材と一方の型で挟圧してシールすることを特徴とする、請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の R T M 成形方法。

【請求項 7】

樹脂排出用部材を前記中間部材と他方の型で挟圧してシールすることを特徴とする、請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の R T M 成形方法。

【請求項 8】

前記中間部材が複数の貫通孔を設けた多孔板または樹脂製フィルムであることを特徴とする、請求項 1 に記載の R T M 成形方法。

【請求項 9】

一方の型に樹脂通路用の溝が設けられていることを特徴とする、請求項 8 に記載の R T M 成形方法。

【請求項 10】

前記中間部材と一方の型との間に隙間を形成し、該隙間が 1 ~ 10 mm の範囲内に設定されていることを特徴とする、請求項 8 または 9 に記載の R T M 成形方法。

【発明の詳細な説明】**【技術分野】****【0001】**

本発明は、FRP（繊維強化樹脂）を成形するための R T M (Resin Transfer Molding) 成形方法に関し、特に、高速成形を可能にする R T M 成形方法に関する。

【背景技術】**【0002】**

FRP、特に CFRP（炭素繊維強化樹脂）は軽量、かつ高い機械的性質を有する複合材料として様々な分野で利用されている。FRP 成形方法の一つとして、型に強化繊維織物の積層基材等からなる強化繊維基材を載置し、型閉めの後、型内を減圧して液状樹脂を注入し、加熱硬化させる R T M 成形方法が知られている。また、このような従来の成形において、上下の賦形型で挟み込むことで、成形型に配設する前に事前に強化繊維基材にある程度の形状賦形することも提案されている（たとえば、特許文献 1）。

【0003】

従来の R T M 成形方法においては、一般的には、1 つの注入口から樹脂を加圧注入する。そして、場合によっては、複数の樹脂排出口を設けている。しかし、このような従来方

10

20

30

40

50

法では、流動する樹脂量を大きく設定することが困難であること、樹脂注入口が1つであることから、大型品のR T M成形が困難であるという問題がある。すなわち、樹脂を流動させている内に、樹脂がゲル化が進み（樹脂粘度が上がり）、成形品の全域に樹脂が流れないことがある。また、樹脂に遅延剤を添加してゲル化時間を延ばすと、時間が掛かりながらも全域に樹脂を流動させることは可能であるが、所定の樹脂流動に時間がかかり、生産速度、生産量が低下する。さらに、大型品、特に比較的大きな三次元面状体を成形するに際し1つの注入口から樹脂流動させると、形状によっては樹脂が流れない領域が生じることがある。樹脂排出口を複数設けて樹脂流動を制御しても、良好に成形可能な複雑な構造には限界がある。

【0004】

10

一方、樹脂注入を成形体の全面から一斉に行う方法として、R F I (Resin Film Infusion) 法がある。この方法は、未含浸の強化繊維基材に半硬化の樹脂フィルムを貼り合わせた状態で加熱し、溶融した樹脂をホットプレスなどで加圧し含浸させる方法であるが、複雑な形状の成形が難しく、強化繊維基材の一部分に未含浸部分が生じ易いなどの問題がある。

【0005】

ある程度複雑で且つ大型成形品でも含浸させる方法として例えば、特許文献2に記載の方法などがある。この方法では、前記R F I法の樹脂フィルムの代わりに例えばスポンジ材に溶融樹脂を含浸させたマトリックス樹脂の担持体を用いる方法であり、改善された方法ではあるが、大型品を安価で簡易的手法で加圧含浸させる方法として被成形体全体をバ

20

ギングフィルムで覆った状態でその中を減圧する方法を採っているため、最大でも0.1 MPaの加圧力しか発生しないため、厚物や細部まで完全に含浸できない等の問題がある。

これらの方法は、いずれも最初から溶融したマトリックス樹脂を流動させながら強化繊維基材に含浸させていく方法ではないことから、未含浸部発生の原因が残されている。

【特許文献1】特開2003-305719号公報

【特許文献2】特開2002-234078号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

30

そこで本発明の課題は、上記のような現状に鑑み、比較的大きな三次元面状体に対しても、樹脂注入から含浸・硬化までの成形工程を、樹脂が流れない領域が生じさせることなく、高速で実施でき、それによって、成形時間の短縮、生産速度、生産量の増加、特に1型当たりの生産量を増加して、製造コストの低減をはかることが可能なR T M成形方法を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

上記課題を解決するために、本発明に係るR T M成形方法は、複数の型からなる成形型のキャビティ部に強化繊維基材を配設し、型締めした後、樹脂を注入して成形するR T M成形方法において、一方の型（たとえば、上型）と他方の型（たとえば、下型）の間に、厚み方向に貫通する樹脂流路を形成する中間部材を配設し、該中間部材を介して、樹脂を強化繊維基材に対して複数の箇所からほぼ同時に注入することを特徴とする方法からなる。

40

【0008】

このR T M成形方法においては、いずれかの型に、強化繊維基材に対して実質的に全周にわたって延びる樹脂排出用溝が形成されている構成とすることができる。また、上記中間部材に、強化繊維基材に対して実質的に全周にわたって延びる樹脂排出用溝が形成されている構成とすることも可能である。

【0009】

上記中間部材には、一方の型側に（一方の型側の面に）形成された樹脂流路用溝と、該

50

溝に連通し強化繊維基材側へと貫通する貫通孔が設けられている構成とすることができる。

【0010】

上記中間部材としては、金属製または樹脂製のいずれのものも使用可能である。また、樹脂注入用部材（たとえば、樹脂注入用パイプ）を上記中間部材と一方の型で挟圧してシールする構成とすることができる。また、樹脂排出用部材（たとえば、樹脂排出用パイプ）を上記中間部材と他方の型で挟圧してシールする構成とすることもできる。

【0011】

また、本発明においては、上記中間部材として、複数の貫通孔を設けた多孔板や樹脂製フィルムを使用することもできる。この場合、一方の型に樹脂通路用の溝が設けられている構成とすることができる。また、上記中間部材と一方の型との間に隙間を形成し、該隙間が1～10mmの範囲内に設定されている構成とすることもできる。

【0012】

このような本発明に係るRTM成形方法は、次のような基本思想に基づいて、前述の課題の解決をはかったものである。すなわち、とにかく樹脂注入口を増やし、一つの注入口当たりの樹脂流動領域を小さくする。そして、樹脂を強化繊維基材に含浸する前に、一旦基材表面に流して樹脂を溜めるようにし、その樹脂に圧力をかけて一気に全域に樹脂流動させて含浸させる。このとき、実質的な樹脂流動は、基材の厚み分になるようにする。つまり、事前に樹脂を十分に広い領域にわたって面方向に流動させておき、そこから一気に基材の厚み方向に流動、含浸させるのである。したがって、樹脂は基材の全域（周辺からではなく）から基材に注入されることになり、極めて迅速に基材に含浸される。樹脂排出は、周辺（場合によっては、全周）から行うことが好ましい。

【0013】

このような樹脂流動動作を行わせるために、本発明に係るRTM成形方法では、一方の型（たとえば、上型）と他方の型（たとえば、下型）の間に、樹脂流路を形成する中間部材（たとえば、樹脂注入マルチポート用の中間プレート）を配設し、該中間部材を介して、樹脂を強化繊維基材に対して複数の箇所からほぼ同時に注入する。たとえば、中間部材に設けた複数の注入口から、強化繊維基材に対しほぼ同時に樹脂を流し、基材の全域にほぼ均等に樹脂を流す。

【0014】

また、基材と上型（一方の型）の間に、中間部材として、注入開口面積の小さい中間プレート（樹脂流動抵抗が大きい多孔板や穴開きフィルムなど）を設け、該中間プレートと上型の間に微小隙間（たとえば、上記の1～10mmの範囲の隙間）を保って、その隙間に樹脂を流すこともできる。流動抵抗が低いため、中間プレートの穴から流れる前に、十分に広い領域に広がり、樹脂が溜められ、それから実質的に一気に貫通孔を通して強化繊維基材方向に注入される。したがって、この場合にも、複数の箇所からほぼ同時に、均等に樹脂注入することができる。

【発明の効果】

【0015】

本発明に係るRTM成形方法によれば、中間部材を介して先に樹脂を十分に広い領域に広がるように流動させ、しかる後に、強化繊維基材に対し、複数の箇所からほぼ同時に、均等に樹脂注入するようにしたので、比較的大きな三次元面状体に対しても、樹脂が流れない領域が生じさせることなく、高速で成形を実施できるようになる。その結果、成形時間を大幅に短縮することができ、生産速度、生産量を増加することが可能になり、1型当たりの生産量を増加して製造コストの低減をはかることが可能になる。また、大型成形品に対しても、容易に樹脂未含浸部の発生を防止することが可能になり、成形品の品質の向上をはかることもできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0016】

以下に、本発明の望ましい実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

10

20

30

40

50

まず、本発明における強化繊維としては、炭素繊維、ガラス繊維、アラミド繊維、金属繊維、ボロン繊維、アルミナ繊維、炭化ケイ素高強度合成繊維等を用いることができ、とくに、炭素繊維が好ましい。強化繊維基材の形態は特に限定されず、一方向シートや織物等を採用でき、通常、これらを複数枚積層して基材を形成し、必要に応じて事前に賦形したプリフォームの形態で用いる。

【0017】

本発明に係るRTM成形法で使用する樹脂としては、粘度が低く強化繊維への含浸が容易な熱硬化性樹脂または熱可塑性樹脂を形成するRIM用(Resin Injection Molding)モノマーなどが好適である。熱硬化性樹脂としては、たとえば、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ポリビニルエステル樹脂、フェノール樹脂、グアナミン樹脂、また、ビスマレイド・トリアジン樹脂等のポリイミド樹脂、フラン樹脂、ポリウレタン樹脂、ポリジ

10

【0018】

また、ナイロン6、ナイロン66、ナイロン11などのポリアミド、またはこれらポリアミドの共重合ポリアミド、また、ポリエチレンテレフタレート、ポリブチレンテレフタレートなどのポリエステル、またはこれらポリエステルの共重合ポリエステル、さらにポリカーボネート、ポリアミドイミド、ポリフェニレンスルファイド、ポリフェニレンオキシド、ポリスルホン、ポリエーテルスルホン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルイミド、ポリオレフィンなど、更にまた、ポリエステルエラストマー、ポリアミドエラストマーなどに代表される熱可塑性エラストマー等が挙げられる。

20

【0019】

また、上記の熱硬化性樹脂、熱可塑性樹脂、ゴムから選ばれた複数をブレンドした樹脂を用いることもできる。

【0020】

中でも好ましい樹脂として、自動車用外板部材の意匠性に影響を与える成形時の熱収縮を抑える観点から、エポキシ樹脂が挙げられる。

【0021】

一般的に複合材料用エポキシ樹脂としては、主剤として、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、グリシジルアミン型エポキシ樹脂が用いられる。一方、硬化剤としては、ジシアンジアミドにジクロロフェニルジメチル尿素を組み合わせた硬化剤系が作業性、物性等のバランスに優れている点で好適に使用されている。しかし、特に限定されるものではなく、ジアミノジフェニルスルホン、芳香族ジアミン、酸無水物ポリアミドなども使用できる。また、樹脂と前述の強化繊維の比率は、重量比率で20:80~70:30の範囲内が外板として適当な剛性を保持する点で好ましい。その中でも、FRP構造体の熱収縮を低減させ、クラックの発生を抑えるという点から、エポキシ樹脂または熱可塑性樹脂やゴム成分などを配合した変性エポキシ樹脂、ナイロン樹脂、ジシクロペンタジエン樹脂がより適している。

30

【0022】

また、本発明に係る方法においては、繊維強化樹脂とコア材との積層構造を有する繊維強化樹脂構造体を成形する際にも適用できる。たとえば、コア材の両側に繊維強化樹脂層を配置したサンドイッチ構造を挙げることができる。コア材としては、弾性体や発泡材、ハニカム材の使用が可能であり、軽量化のためには発泡材やハニカム材が好ましい。発泡材の材質としては特に限定されず、たとえば、ポリウレタンやアクリル、ポリスチレン、ポリイミド、塩化ビニル、フェノールなどの高分子材料のフォーム材などを使用できる。ハニカム材の材質としては特に限定されず、たとえば、アルミニウム合金、紙、アラミドペーパー等を使用することができる。

40

【0023】

図1~図4は、本発明の一実施態様に係るRTM成形方法について示したものである。図1において、成形型1は、一方の型としての上型2と、他方の型としての下型4を有し、間に、中間部材としての中間プレート3を有する。この上型2と中間プレート3によっ

50

て、樹脂注入流路と基材への注入ポートを形成する。中間プレート 3 には、樹脂注入部材 8 と連通する樹脂流路用溝 5 が加工されており、各溝 5 の端部には注入ポート用貫通孔 6 が加工（穿孔）されている。樹脂注入部材 8 は、金属製パイプまたは樹脂製チューブから構成されており、上型 2 を構成する金型および中間プレート 3 に対して、ゴムなどの弾性体からなるシール材 10 a でシールされている。上型 2 および中間プレート 3 の周辺部は O - リング 7 でシールされており、O - リング 7 はシール材 10 a と結合されている。上型 2 の四隅には、中間プレート 3 や下型 4 と連結するための案内ガイド 13 が設けられている。

【0024】

下型 4 のキャビティ部位には強化繊維基材 9 が配置され、基材 9 の外周側には樹脂排出用溝 12（ランナー）が加工されている。その溝 12 の一部に差し込まれた樹脂排出チューブ 11 から、余剰樹脂が型外に排出される。該溝 12 の周囲にはシール用 O - リング 14 が配設され、チューブ 11 と金型 4 とのシールを行う弾性体等からなるシール材 10 b と結合されている。

【0025】

図 2 は上型 2 を示しており、（A）はその平面図、（B）は正面図である。上型 2 には、樹脂注入流路 15 が形成されており、その入口には樹脂注入部材 8 の上半分が収まるようになっている。

【0026】

図 3 は中間プレート 3 を示しており、（A）はその平面図、（B）は（A）の C - C 断面図である。中間プレート 3 には、金属パイプまたは樹脂チューブ製の樹脂注入部材 8 と連通する樹脂流路用溝 5 が放射状に延びるように加工されており、その溝 5 の中間や端部には注入ポート用貫通孔 6 が穿孔されている。周辺は O - リング 7 でシールされ、上記弾性体 10 a と結合されている。

【0027】

図 4 は下型 4 を示しており、（A）はその平面図、（B）は（A）の C - C 断面図である。成形面の中央キャビティ部には強化繊維基材 9（例えば、東レ（株）製トレカ T 300 平織物（目付； 300 g/m^2 ）を 6 ply）がレイアップされている。その基材外周側には、樹脂含浸後の樹脂排出用溝 12（ランナー）が加工されている。その溝 12 の一部に差し込まれた樹脂排出チューブ 11 から、余剰樹脂が型外に排出される。

【0028】

このように構成された上下型 2、4 および中間プレート 3 を用いた成形では、中間プレート 3 により複数の樹脂流路が形成されているので、樹脂注入部材 8 から注入された樹脂は、まず、中間プレート 3 の面に沿う方向に迅速に流動し、広い領域にわたって行き渡る。そして、適当に複数設けられた貫通孔 6 を通して、複数箇所から実質的にほぼ同時に強化繊維基材 9 に注入されるので、強化繊維基材 9 の広い領域にわたって樹脂が良好にかつ迅速に含浸されていく。すなわち、貫通孔 6 の流動抵抗は樹脂流路よりも高いので、注入樹脂は一旦中間プレート 3 の面上に溜められ、そこから複数の貫通孔 6 を通して一気に強化繊維基材 9 に含浸されていく。その結果、樹脂が行き渡らない部分の発生が防止されるとともに、樹脂注入、含浸時間が大幅に短縮され、高速成形が達成される。

【0029】

図 5 ～ 図 7 は、本発明の別の実施態様に係る RTM 成形方法について示したものである。図 5 においては、成形型 20 の上型 21 と下型 22 の間に、多孔板または穴あきフィルムからなる中間部材 24（本実施態様では多孔板）がセットされる。上型 21 には樹脂流路用の溝 36 a、36 b（図 6）が全域に行き渡るように加工されている。多孔板 24 と上型 21 の間には、クリアランス 25 が、本実施態様では僅かな（0.5 ～ 1 mm 程度）のクリアランス 25 が形成されている。シール部材 28（たとえば、ゴム製ブロック）でシールされた樹脂注入部材 26 から流入した樹脂は上記クリアランス 25 に殆どが流れ、そのクリアランス 25 のスペースに充満する。多孔板 24 には微小な貫通孔 24 a（直径が 0.5 ～ 3.5 mm 程度）が全域にわたって 3 ～ 8 mm ピッチで開けられている。その

為、樹脂の流動抵抗は上記クリアランス 25 へ流れるよりもはるかに大きい。キャビティ 31 に強化繊維基材 23 をセットし、上型 21 を締めて、シール部材 29 でシールされた排出部材 27 より真空吸引する。上記クリアランス 25 に充填されていた樹脂を加圧し、多孔板 24 の孔 24 a から一気に、且つ全域にわたって加圧注入する。含浸後の余剰樹脂の排出は、キャビティ 31 の周辺に設けたフィルムゲート/ランナーに流れ、排出チューブ 27 より外部に排出される。全域に含浸したら、排出チューブ 27 を閉鎖し、樹脂圧を保圧しながら加熱硬化する。脱型は上型 21 を上昇させ、成形品を多孔板 24 と共に下型 22 より取り出し、多孔板 24 と分離する。多孔板 24 との分離や、成形品に樹脂突起が付着し後加工に手間取る場合は、予め多孔板 24 と強化繊維基材 23 との間に、離型用クロス（ポリプロピレンやポリエチレン製の織物：ピールプライとも呼ぶ）を配設しておく
10

【0030】

図 6 は、上型 21 を示しており、成形面側の全域に樹脂を分配するための樹脂流路用溝 36 a、36 b が加工されている。一例として、中央にメイン流路（幅 8 mm × 深さ 5 mm）があり、その両側にピッチ 10 mm の間隔でサブ流路（幅 3 mm × 深さ 3 mm）が殆ど末端まで加工されている。また、樹脂注入チューブ 26 や樹脂排出チューブ 27 と金型とのシール部材 28、29 配置用の溝 32、33 が金型に加工されている。

【0031】

図 7 は、下型 22 を示しており、型のほぼ全面に成型用キャビティ 31 が加工されている。樹脂排出側にはキャビティ 31 に繋がるフィルムゲートとランナー 30 も加工されて
20

【0032】

このように構成された上下型 21、22 および中間部材としての多孔板 24 を用いた成形では、クリアランス 25 内を多孔板 24 の面に沿う方向に迅速に樹脂流動され、樹脂は広い領域にわたって充填する。そして、多数設けられた多孔板 24 の貫通孔 24 a を通して、複数箇所から実質的にほぼ同時に強化繊維基材 23 に注入されるので、強化繊維基材 23 の広い領域にわたって樹脂が良好にかつ迅速に含浸されていく。したがって、本実施態様においても、樹脂が行き渡らない部分の発生が防止されるとともに、樹脂注入、含浸
30

【0033】

上記の各実施態様において、金型のサイズを成形面（キャビティ面）で 1500 mm × 1200 mm × 深さ 3 mm とし、強化繊維基材として、東レ（株）製トレカ T700 クロス（300 g/m²）8ply を積層したものを用い、樹脂として、高速硬化型エポキシ樹脂（主剤；「エピコート」828（油化シェルエポキシ社製エポキシ樹脂）、硬化剤；東レ（株）ブレンド TR-C35H（イミダゾール誘導体））を用いて成形したところ、比較的大型の成形品でありながら、良好にかつ迅速に成形することができた。

【産業上の利用可能性】

【0034】

本発明に係る RTM 成形方法は、高速成形が望まれるあらゆる RTM 成形に適用でき、特に、比較的大型かつ比較的複雑な形状の成形品を短時間のうちに効率よく優れた品質をもって成形するために有用である。

【図面の簡単な説明】

【0035】

【図 1】本発明に一実施態様に係る RTM 成形方法に用いる装置の分解斜視図である。

【図 2】図 1 の装置の上型の平面図（A）および正面図（B）である。

【図 3】図 1 の装置の中間部材の平面図（A）および C-C 断面図（B）である。

【図 4】図 1 の装置の上型の平面図（A）および C-C 断面図（B）である。

【図 5】本発明に別の実施態様に係る RTM 成形方法に用いる装置の分解斜視図である。
50

【図 6】図 5 の装置の上型の底面図である。

【図 7】図 5 の装置の下型の平面図である。

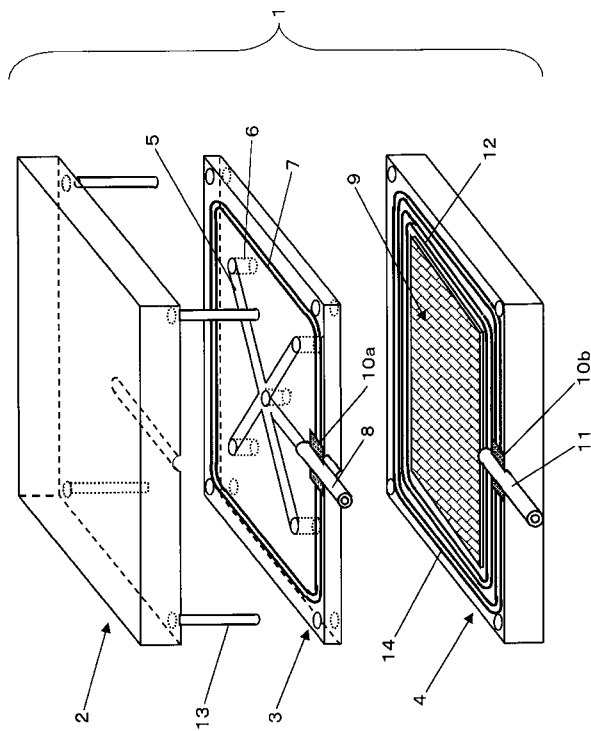
【符号の説明】

【 0 0 3 6 】

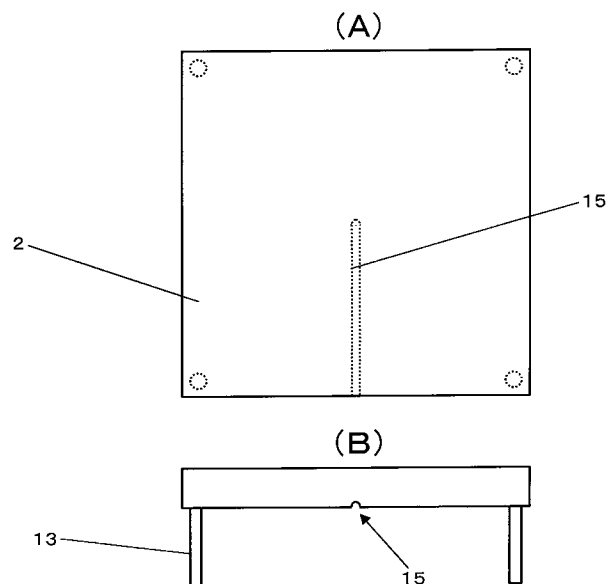
- 1、20 成形型
- 2、21 上型
- 3、24 中間部材
- 4、22 下型
- 5 樹脂注入流路用溝
- 6、24a 貫通孔
- 8、26 樹脂注入部材
- 9、23 強化繊維基材
- 11、27 樹脂排出部材
- 25 隙間（クリアランス）

10

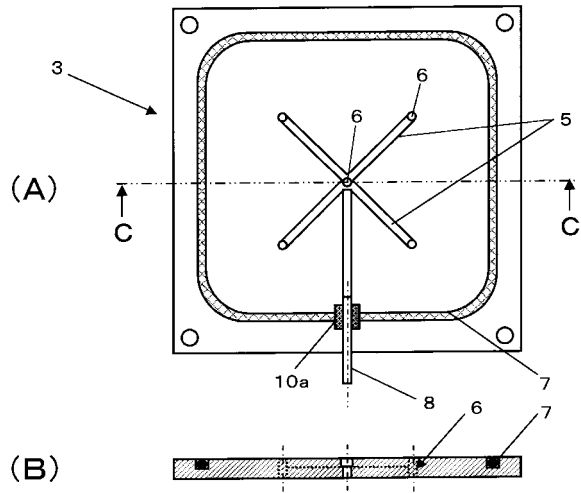
【図 1】



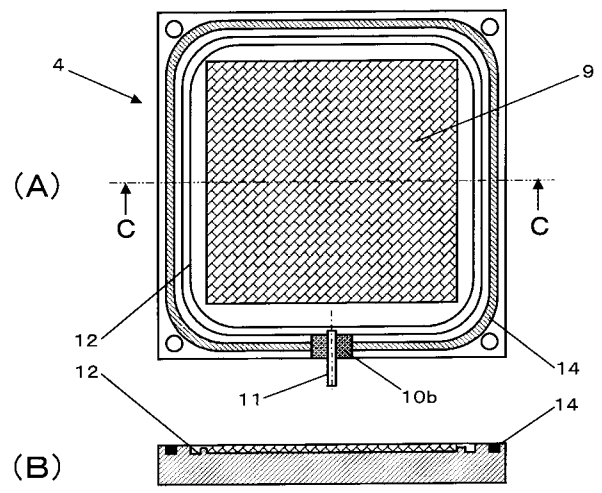
【図 2】



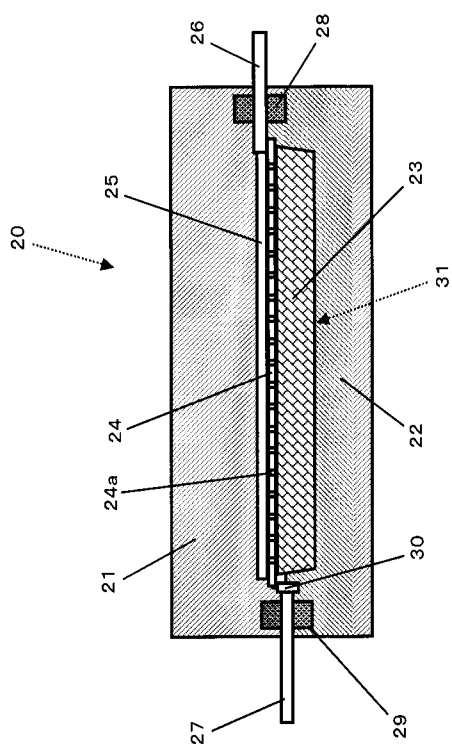
【図 3】



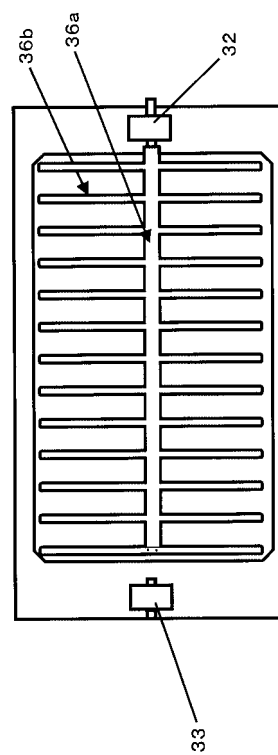
【図 4】



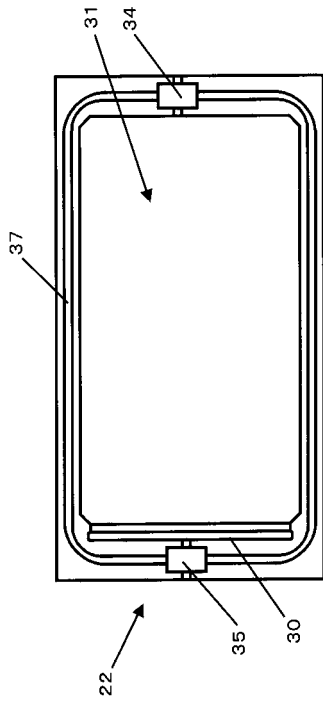
【図 5】



【図 6】



【 図 7 】



フロントページの続き

F ターム(参考) 4F204 AA36 AA39 AD16 AG01 AG03 AJ08 AJ09 AM32 AM36 EA03
EB01 EB11 EF01 EF27 EK17 EK21 EK23 EK24