

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2008年9月25日 (25.09.2008)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 2008/114809 A1

- (51) 国際特許分類:
B29C 43/12 (2006.01) *B29C 43/36* (2006.01)
B29B 15/10 (2006.01) *B29K 105/06* (2006.01)
B29C 43/34 (2006.01) *B29K 105/08* (2006.01)
- (21) 国際出願番号: PCT/JP2008/055039
- (22) 国際出願日: 2008年3月19日 (19.03.2008)
- (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2007-072069 2007年3月20日 (20.03.2007) JP
- (71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): 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番5号 Tokyo (JP). 東レ株式会社 (TORAY INDUSTRIES, INC.) [JP/JP]; 〒1038666 東京都中央区日本橋室町2丁目1番1号 Tokyo (JP).

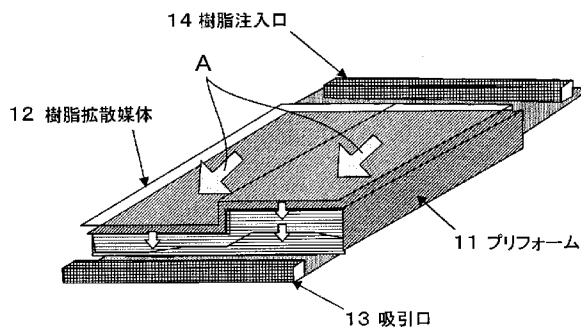
- (72) 発明者; および
 (75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 西山茂 (NISHIYAMA, Shigeru) [JP/JP]; 〒4558515 愛知県名古屋港区大江町10番地 三菱重工業株式会社名古屋航空宇宙システム製作所内 Aichi (JP). 武田文人 (TAKEDA, Fumihito) [JP/JP]; 〒4558515 愛知県名古屋港区大江町10番地 三菱重工業株式会社名古屋航空宇宙システム製作所内 Aichi (JP). 小谷浩司 (ODANI, Hiroshi) [JP/JP]; 〒7913193 愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515 東レ株式会社 愛媛工場内 Ehime (JP). 溝端真澄 (MIZOBATA, Masumi) [JP/JP]; 〒7913193 愛媛県伊予郡松前町大字筒井1515 東レ株式会社 愛媛工場内 Ehime (JP).

[続葉有]

(54) Title: METHOD OF VACUUM-ASSISTED RTM

(54) 発明の名称: 真空RTM成形方法

[図2]



- 11 PREFORM
- 12 RESIN-DIFFUSING MEDIUM
- 13 SUCTION OPENING
- 14 RESIN INJECTION OPENING

(57) Abstract: A method of vacuum-assisted RTM which comprises disposing a resin-diffusing medium over one side of a reinforcing-fiber base, covering the whole with a bag material, reducing the pressure inside the bag material, and injecting a resin into the resin-diffusing medium to diffuse the resin substantially in in-plane directions and then infiltrate the resin into the reinforcing-fiber base in the thickness direction. The method is characterized in that the resin-diffusing medium itself is changed in flow resistance in in-plane directions for the reinforcing-fiber base during the resin diffusion according to a plane-direction difference in basis weight or density between resin-impregnated parts of the reinforcing-fiber base or according to a plane-direction difference in distance from a resin impregnation initiation part to a resin impregnation completion part between resin-impregnated parts of the reinforcing-fiber base. When in-plane-direction resin flowability in the reinforcing-fiber base changes, the change can be relieved by the resin-diffusing medium. It is hence possible to stably obtain a desired molded article without fail.

(57) 要約: 強化繊維基材の一面上に樹脂拡散媒体を配置し、全体をバッグ材で覆ってバッグ材内部を減圧し、樹脂を樹脂拡散媒体に注入して実質的に面内方向に拡散させた後強化繊維基材の厚み方向に含浸させるに際し、強化繊維基材の面方向における強化繊維基材の各樹脂含浸部間の目付または密度の差に対応させて、あるいは、

[続葉有]



WO 2008/114809 A1



(74) 代理人: 伴俊光 (BAN, Toshimitsu); 〒1600023 東京都
新宿区西新宿 8 丁目 1 番 9 号 シンコービル 伴国際
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, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE,
DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH,
GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM,
KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA,
MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI,
NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE,

SG, SK, SL, SM, SV, SY, 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, LS, MW, MZ, NA, SD,
SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア (AM, AZ, BY,
KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ (AT, BE, BG,
CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HR, HU,
IE, IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, NO, PL, PT, RO, SE,
SI, SK, TR), OAPI (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ,
GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:

— 国際調査報告書

強化繊維基材の各樹脂含浸部間の、強化繊維基材の面方向における樹脂含浸開始部から樹脂含浸完了部までの長さの差に対応させて、樹脂拡散媒体自体の樹脂拡散の際の流動抵抗を、強化繊維基材の面内方向に変化させることを特徴とする真空RTM成形方法。強化繊維基材に面内方向における樹脂流動性の変化が存在する場合に、その変化を樹脂拡散媒体側で吸収でき、安定して確実に所望の成形品を得ることが可能になる。

明 細 書

真空RTM成形方法

技術分野

[0001] 本発明は、真空RTM(Resin Transfer Molding)成形方法に関し、とくに、強化繊維基材全体にわたって均一に樹脂を含浸させることができ、安定して優れた品質の繊維強化樹脂(FRP)成形品を得ることが可能な真空RTM成形方法に関する。

背景技術

[0002] 強化繊維基材(通常、プリフォームとして賦形された強化繊維基材)の一面全面にわたって樹脂拡散媒体を配置し、全体をバッグ材で覆ってバッグ材内部を減圧し、樹脂を樹脂拡散媒体に向けて注入し、注入樹脂を先ず実質的に樹脂拡散媒体の面内方向に拡散させた後、樹脂拡散媒体から強化繊維基材の厚み方向に含浸させるようにした真空RTM成形方法が知られている。このような真空RTM成形方法においては、プリフォームの樹脂流動性が不均一な場合、プリフォームに含浸される樹脂のプリフォーム内での流動時間に差が出るため、未含浸部が生じたり、先に含浸した樹脂が、減圧吸引口とプリフォームとの間の吸気経路を遮断することがあり、後の樹脂含浸を阻害したりする問題が生じる場合がある。例えば、プリフォームに厚みが異なる部分が存在する場合や、プリフォームの長手方向において樹脂を含浸させるべき長さや幅の異なる部分(樹脂含浸長の異なる部分)が存在する場合、これらの部分によって樹脂のプリフォーム内での流動時間に差が出るため、未含浸部が生じたり、先に含浸した樹脂が後の樹脂含浸を阻害したりする問題が生じる場合がある。

[0003] 真空RTM成形方法において樹脂拡散媒体による樹脂の拡散性を向上し、成形品の表面特性を改善するために、配置する樹脂拡散媒体の枚数を増加させる技術が知られているが(例えば、特許文献1)、単に全面にわたって樹脂拡散媒体の枚数を増加させるだけでは、樹脂拡散媒体自体の内部流動性は改善できるものの、樹脂拡散媒体から強化繊維基材に樹脂を含浸させる際に、強化繊維基材の樹脂流動性に変化が存在する場合の、上記のような問題に対応することはできない。また、樹脂拡散媒体部分で多量の樹脂が拡散されるため、樹脂の無駄が多くなるおそれがある。

[0004] また、大型の面状体を真空RTM成形するに際し、樹脂注入ポートを多数設ける提案もなされているが(例えば、特許文献2)、樹脂拡散媒体への樹脂注入は改善されても、樹脂拡散媒体から強化繊維基材に樹脂を含浸させる際に、強化繊維基材の樹脂流動性に変化が存在する場合の、前記のような問題に対応することはできない。

[0005] さらに、網状立体構造の樹脂拡散媒体を使用する技術も提案されているが(例えば、特許文献3)、強化繊維基材の樹脂流動性に変化への対応に関する言及はない。

特許文献1:特開2004-188750号公報

特許文献2:特開2003-011136号公報

特許文献3:特開2004-249527号公報

発明の開示

発明が解決しようとする課題

[0006] そこで本発明の課題は、真空RTM成形方法において強化繊維基材に面内方向に樹脂流動性の変化が存在する場合に、その変化を樹脂拡散媒体側で吸収できるようにし、製品または製品の主要構成部分となる樹脂含浸強化繊維基材について、未含浸部が生じたり、先に含浸した樹脂が後の樹脂含浸を阻害したりする問題の発生を防止し、安定して確実に所望の成形品を得ることが可能な、真空RTM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、本発明に係る真空RTM成形方法は、強化繊維基材の一面上に、好ましくは全面にわたって、樹脂拡散媒体を配置し、全体をバッグ材で覆ってバッグ材内部を減圧し、樹脂を前記樹脂拡散媒体に注入して実質的に面内方向に拡散させた後前記強化繊維基材の厚み方向に含浸させる真空RTM成形方法において、前記強化繊維基材の一面に沿う方向における強化繊維基材の各樹脂含浸部間の目付または密度の差に対応させて、あるいは、前記強化繊維基材の各樹脂含浸部間の、前記強化繊維基材の一面に沿う方向における樹脂含浸開始部から樹脂含浸完了部までの長さの差に対応させて、前記樹脂拡散媒体自体の樹脂拡散の際の流動抵抗を、前記強化繊維基材の面内方向に変化させることを特徴とする方法からなる。流動抵抗は、本発明では後述の方法によって測定できる。

- [0008] すなわち、強化繊維基材側の面内方向に樹脂流動性の変化、とくに強化繊維基材の樹脂拡散媒体が配置された面に沿う方向における強化繊維基材の各樹脂含浸部の目付または密度の差(変化)による樹脂流動性の変化、あるいは、強化繊維基材の各樹脂含浸部間の、強化繊維基材の樹脂拡散媒体が配置された面に沿う方向における樹脂含浸開始部から樹脂含浸完了部までの長さの差(変化)による樹脂流動性の変化に対応させて、樹脂拡散媒体自体の樹脂拡散の際の流動抵抗を変化させ、強化繊維基材側の樹脂流動性の変化を樹脂拡散媒体側で吸収(調整)できるようにしたものである。その結果、強化繊維基材の各樹脂含浸部においては、樹脂が、樹脂拡散媒体からの樹脂含浸開始部から、強化繊維基材内を流動して樹脂含浸完了部に至るまでの時間が均一化され、強化繊維基材に対しては、未含浸部が生じたり、先に含浸した樹脂が後の樹脂含浸を阻害したりする問題の発生が防止される。したがって、強化繊維基材全体にわたって均一に樹脂が含浸された成形品が得られることになる。
- [0009] 上記本発明に係る真空RTM成形方法においては、樹脂拡散媒体を、複数の樹脂拡散媒体を積層して形成し、上記流動抵抗を、樹脂拡散媒体の積層枚数を強化繊維基材の面内方向に変化させることにより変化させることができる。あるいは、流動抵抗を、樹脂拡散媒体の空隙率(空隙量)を強化繊維基材の面内方向に変化させることにより変化させることもできる(つまり、樹脂拡散媒体の高密度を面内方向に変化させる)。
- [0010] この本発明に係る真空RTM成形方法においては、上記流動抵抗の最大値と最小値の間に1.2倍以上の差を持たせることが好ましく、これによって従来技術に対して明確な有意差を持たせることができ、樹脂拡散媒体の単なる製造上の誤差(厚みのばらつき等)に対して明確に区別できる。
- [0011] このように、本発明に係る真空RTM成形方法では、強化繊維基材側の樹脂流動性の変化を樹脂拡散媒体側にて適切に吸収できる。したがって、本発明に係る方法は、強化繊維基材の厚みが該強化繊維基材の面内方向に変化している場合や、強化繊維基材の密度が該強化繊維基材の面内方向に変化している場合等に、有効なものである。

[0012] 上記本発明に係る方法において、強化繊維基材の厚みの最大値が最小値の1.5倍以上である場合、最大厚みと最小厚みにおいて、樹脂が強化繊維基材の厚み方向に完全に含浸する時間の差が明確に大きくなるため、本発明による効果がより明確になる。

[0013] また、該強化繊維基材が、炭素繊維からなる強化繊維糸条群と、該強化繊維糸条群と交差する方向の補助繊維糸条群から構成されている一方向織物である場合、炭素繊維は単糸径が細く、かつ、一方向織物は強化繊維糸条間の空隙が小さい形態であるため、強化繊維基材の厚み方向の樹脂含浸速度が低く、本発明の効果がより明確となる。

[0014] さらに、本発明に係る真空RTM成形方法では、樹脂が樹脂拡散媒体に樹脂注入ラインを介して注入され、該樹脂注入ラインに対して垂直方向の強化繊維基材の長さが該強化繊維基材の面内方向に変化している場合等にも、有効である。

[0015] 本発明は、上記のような本発明に係る真空RTM成形方法により強化繊維基材に樹脂を含浸させる工程を有する、繊維強化樹脂成形品の製造方法も提供する。

発明の効果

[0016] 本発明に係る真空RTM成形方法によれば、強化繊維基材側に面内方向の樹脂流動性の変化がある場合、それに対応させて樹脂拡散媒体自体の樹脂拡散の際の流動抵抗を強化繊維基材の面内方向に変化させることにより吸収できるようにしたので、強化繊維基材への樹脂含浸開始部から、強化繊維基材内を流動して樹脂含浸完了部に至るまでの樹脂含浸時間を、強化繊維基材の全体にわたって均一化することが可能となり、樹脂の未含浸部の発生や、先に含浸した樹脂が後の樹脂含浸を阻害したりする問題の発生を防止して、肉厚変化や幅変化のある製品に対しても、欠陥のない均一な品質の成形品を得ることが可能になる。

図面の簡単な説明

[0017] [図1]本発明が適用される真空RTM成形方法の一例を示す概略構成図である。

[図2]本発明に係る真空RTM成形方法の適用対象の一例を示す強化繊維基材のプリフォームと樹脂拡散媒体の部分斜視図である。

[図3]本発明に係る真空RTM成形方法の適用対象の別の例を示す強化繊維基材

のプリフォームの平面図である。

[図4]本発明に係る真空RTM成形方法における樹脂拡散媒体の流動抵抗の測定方法を示す測定装置の概略構成図である。

[図5]図4の測定装置の概略平面図である。

符号の説明

- [0018]
- 1 成形型
 - 2 強化繊維基材のプリフォーム
 - 3 ピールブライ
 - 4 樹脂拡散媒体
 - 5 バッグ材としてのバッグフィルム
 - 6 シール材
 - 7 吸引口
 - 8 樹脂注入口
 - 11 強化繊維基材のプリフォーム
 - 12 樹脂拡散媒体
 - 13 吸引口
 - 14 樹脂注入口
 - 21 強化繊維基材のプリフォーム
 - 22 樹脂注入ライン
 - 23 減圧吸引ライン

発明を実施するための最良の形態

[0019] 以下に、本発明の望ましい実施の形態について、図面を参照して説明する。

本発明に係る真空RTM成形方法は、例えば図1に示すように行われる。図1に示す方法においては、成形型1上に、強化繊維基材が所定の形状に賦形されたプリフォーム2が配置され、その一面上に全面にわたって、本実施態様では離型用のピールブライ3を介して樹脂拡散媒体4が配置される。樹脂拡散媒体4には、強化繊維基材よりも樹脂流動抵抗の低い材料が選択される。これら全体が、バッグ材としてのバッグフィルム5で覆われ、周囲がシール材6を介してシールされる。バッグフィルム5で

覆われた内部が、吸引口7を介しての真空吸引により減圧され、減圧後に、樹脂注入口8を介して樹脂が注入される。注入された樹脂は、先ず、実質的に流動抵抗の低い材料からなる樹脂拡散媒体4の面内方向に拡散され、しかる後に、樹脂拡散媒体4から強化繊維基材のプリフォーム2の厚み方向に含浸されていく。勿論、樹脂拡散媒体4内での拡散中にも、多少の樹脂はプリフォーム2に含浸されていくが、樹脂拡散媒体4内での拡散速度の方がプリフォーム2への含浸速度に比べてはるかに高いため、実質的にこのような樹脂流動形態となる。

[0020] このような真空RTM成形において、強化繊維基材のプリフォームに、面内方向において樹脂流動抵抗に変化が存在する場合、前述したような問題が生じる。例えば、図2に示すように、プリフォーム11に樹脂拡散媒体12が配置された面に沿う方向において厚みの変化、したがって目付の変化が存在する場合、例えば、樹脂注入口14側から吸引口13側に向かって樹脂が樹脂拡散媒体12内を矢印A方向に拡散され、拡散されてきた樹脂がプリフォーム11に含浸される時、プリフォーム11の各樹脂含浸部に厚み差があるため、各樹脂含浸部における厚みの全体にわたって含浸する時間にばらつきが生じる。つまり、厚みの厚い部位では含浸時間が長くなり、厚みの薄い部位では短くなって早く含浸が完了する。したがって、厚みの厚い部位では未含浸部が生じやすくなる。また、厚みの薄い部位では樹脂が早く含浸するため、含浸した樹脂が吸引口13とプリフォーム11間の吸引経路を絶って、厚みの厚い部位の樹脂の含浸を阻害する可能性がある。

[0021] しかし本発明では、この強化繊維基材のプリフォーム11側の厚みの変化に起因する樹脂流動性の変化に対応させて、樹脂拡散媒体12自体の樹脂拡散の際の流動抵抗が、プリフォーム11の面内方向に変化される。つまり、樹脂の含浸時間が長くかかる部分に対しては、流動性が高い樹脂拡散媒体を配置し、樹脂の含浸時間が短い部分には流動性の低い樹脂拡散媒体を配置する。具体的には、例えば、プリフォーム11の厚みの厚い部分に対しては、樹脂拡散媒体の積層枚数を増加して流動性の高い樹脂拡散媒体構成とし、プリフォーム11の厚みの薄い部分に対しては、樹脂拡散媒体の積層枚数を減らして流動性の低い樹脂拡散媒体構成とする。この構成によって、プリフォーム11の厚みの厚い部分と薄い部分とについて樹脂含浸完了時間

を揃えることが可能になり、上述の問題を一挙に解消することが可能になる。この場合、樹脂拡散媒体12の流動抵抗の変化は、上記積層枚数の変化に代えて、あるいは上記積層枚数の変化とともに、樹脂拡散媒体12の空隙率を変化させることによっても達成可能である。

[0022] なお、図2に示した形態では、矢印Aで示される樹脂拡散媒体12内の樹脂拡散方向と交差する方向にプリフォーム11の厚み差がある場合、そのプリフォーム11の厚みの厚い部分と薄い部分に対応させて、樹脂拡散媒体12自体の樹脂拡散の際の流動抵抗を変化させるようにしたが、例えば、樹脂注入口14を図2における右側に設け、吸引口13を図2における左側に設けて、樹脂拡散媒体12中を図2の右側から左側に向けて矢印Aとは直交する方向に樹脂を拡散させる場合においても、プリフォーム11の厚みの厚い部分に対しては、樹脂拡散媒体の積層枚数を増加して流動性の高い樹脂拡散媒体構成とし、プリフォーム11の厚みの薄い部分に対しては、樹脂拡散媒体の積層枚数を減らして流動性の低い樹脂拡散媒体構成とすることにより、プリフォーム11の厚みの厚い部分と薄い部分とについて樹脂含浸完了時間を揃えることが可能になる。

[0023] 本発明では、プリフォーム11の厚みの最大値が最小値の1.5倍以上である場合、プリフォーム11の最大厚みと最小厚みにおいて、樹脂が強化繊維基材の厚み方向に完全含浸する時間に、理論上2倍以上の差が生じるため、樹脂拡散の際の流動抵抗が均一な樹脂拡散媒体としたのでは、最小厚みの部位では樹脂が早く含浸し、含浸した樹脂が吸引口13とプリフォーム11間の吸引経路を絶って、最大厚みの部位の樹脂の含浸を阻害する可能性がある。しかし、本発明により、上記の如くプリフォーム11の厚みの変化に対応させて樹脂拡散媒体12自体の樹脂拡散の際の流動抵抗を変化させることにより、このような樹脂含浸阻害のおそれを除去できる。したがって、プリフォーム11の厚みの最大値が最小値の1.5倍以上である場合には、本発明の効果がより明確になる。さらに、プリフォーム11の厚みの最大値が5mm以上の場合、樹脂がプリフォーム11の厚み方向に完全に含浸する時間が長くなるため、本発明の効果がより明確となる。

[0024] また、本発明に係るプリフォームの強化繊維の種類や基材の形態は、特に限定さ

れるものではないが、樹脂の浸透性が悪いプリフォームの場合、樹脂がプリフォームの厚み方向に完全に含浸する時間が長くなるため、本発明の効果がより明確となる。強化繊維としては、単糸径が細い炭素繊維は樹脂の浸透性が悪く、また、強化繊維基材の形態としては、一方向織物は、例えば二方向織物などと比較して、強化繊維糸条間の空隙が小さく、樹脂の浸透性が悪いため、本発明の効果がより明確になる。

[0025] また、強化繊維基材のプリフォーム11が、厚みの変化ではなく、プリフォーム11を構成する強化繊維基材の密度の変化によって樹脂含浸時間が変化している場合にも(例えば、プリフォーム11を構成する強化繊維基材の積層構成や基材の種類が変化しているような場合にも)、上記同様に、樹脂拡散媒体12側の流動抵抗を変化させることにより、プリフォーム11の全体にわたって樹脂含浸完了時間を揃えることが可能になる。

[0026] さらに、図3に強化繊維基材のプリフォーム21を平面的に見た場合を示すように、矢印Bで示される樹脂の流動方向の長さがプリフォーム21の長手方向に変化している場合、図示例では、樹脂が樹脂拡散媒体(プリフォーム21の上側に配置される。図示例略)に樹脂注入ライン22を介して注入され(23は減圧吸引ライン)、該樹脂注入ライン22に対して垂直方向の強化繊維基材からなるプリフォーム21の長さが該プリフォーム21の面内方向に変化している場合にも、樹脂の流動方向の長さがプリフォーム21の長手方向に不均一であるため、全面に同じ樹脂拡散媒体を配置した場合には、流動距離が短い方が先に樹脂が含浸するため、上述したのと同じ理由で、先の含浸樹脂が後の樹脂の含浸を阻害する可能性がある。

[0027] しかし本発明の適用により、強化繊維基材の各樹脂含浸部間の、強化繊維基材の樹脂拡散媒体が配置された面に沿う方向における樹脂含浸開始部から樹脂含浸完了部までの長さの差による樹脂流動性の変化に対応させて、樹脂拡散媒体自体の樹脂拡散の際の流動抵抗を変化させることにより、強化繊維基材側の樹脂流動性の変化を樹脂拡散媒体側で吸収させることができる。すなわち、図3に示した形態では、上記プリフォーム21の長手方向における流動距離の長さの変化に対応させて樹脂拡散媒体側の流動抵抗を変化させることにより、プリフォーム21の全体にわたって樹

脂含浸完了時間を揃えることが可能になる。すなわち、プリフォーム21の長手方向における流動距離の長さの長い部分に対しては流動性の高い(流動抵抗の低い)樹脂拡散媒体を配置し、流動距離の長さの短い部分に対しては流動性の低い(流動抵抗の高い)樹脂拡散媒体を配置することで、プリフォーム21の全体にわたって樹脂含浸完了時間を揃えることが可能になる。

[0028] 上記のような本発明に係る真空RTM成形方法における樹脂拡散媒体の流動抵抗は、次のような方法によって測定できる。すなわち、本発明に係る流動抵抗Rとは、樹脂を樹脂拡散媒体に流動させた時の媒体の抵抗の大きさを表し、減圧下で液体を媒体に流動させることによって、計測することができる。流動抵抗Rの測定では、図4、図5に示す通り、金型31上に、幅150mm、任意の長さ(約1000mm)の樹脂拡散媒体32を配置し、一方に注入口33、他方に減圧口34を設置し、全体をバッグ材35で覆って周囲をシール材36でシールし、バッグ材35の内部を真空ポンプ37で吸引して5torr以下まで減圧し、注入口33から粘度 μ の液体38(粘度変化の無い樹脂など)を注入し、樹脂拡散媒体32の内部に液体38を拡散させる。所定の時間T秒間、液体38を樹脂拡散媒体32に流動させた後、注入口33から液体のフローフロント39(図5)までの距離Lを測定する。この距離Lが長いほど、樹脂拡散媒体32の流動性が高い、すなわち、流動抵抗が低いことを意味する。

[0029] 定量的には、本発明における流動抵抗Rは、以下の式(1)、(2)の通り、定義される。

$$L = \sqrt{(2 \cdot K \cdot T \cdot P / \mu)} \quad (1)$$

$$R = \sqrt{(1 / K)} \quad (2)$$

ここで、

T: 所定時間(sec.)

L: 所定時間に樹脂が流動した距離(mm)

K: 流動係数(mm²)

μ : 液体の粘度(Pa·sec.)

P: バッグ材内部と樹脂圧の差圧(Pa)

R: 流動抵抗(mm⁻¹)

である。

[0030] 以上の如く、本発明では、樹脂拡散媒体の流動性を面内方向で変えることによって、具体的には、厚みの厚い部分や、プリフォームの流動抵抗が大きい部分や、流動距離の長い部分に、流動性の高い樹脂拡散媒体を配置して、部分的に樹脂を早く拡散させることにより、樹脂がプリフォーム全体に含浸する時間が均一になり、成形品の品質が安定化できるようになった。また、樹脂が吸引経路を塞ぐことなく、プリフォーム全体に確実に樹脂含浸できるようになった。

実施例

[0031] 実施例1

東レ株式会社製炭素繊維T700S(PAN系炭素繊維)で構成される1方向強化繊維層2層をステッチ編みした多軸織物(東レ株式会社製、品名:MK8260-JN、1層当たりの目付:300g/m²)を、幅400mm×長さ800mmの大きさに8枚切断し、さらに、幅400mm×長さ400mmの大きさに8枚切断した。次に、金型の上に、400mm×800mmの炭素繊維織物を8枚積層した後、400mm×400mmの炭素繊維織物を8枚積層して、図2の如く、厚みが異なる部分が存在する、強化繊維プリフォーム1を用意した。

[0032] 次に、樹脂拡散媒体12として、幅400mm×長さ800mmの大きさと、幅400mm×長さ400mmの大きさのポリプロピレン製のメッシュ材(東京ポリマー社製TSX-400P)を各1枚準備した。

[0033] 次に、図1に示したように、スチール製の平板状金型1の上に、前記強化繊維プリフォーム2(図2における強化繊維プリフォーム11)を、吸引口7と同一方向に厚みが変化するように配置し、その上面全面に幅400mm×長さ800mmの樹脂拡散媒体4(図2における樹脂拡散媒体12)を配置した後、さらに、厚みが厚い部分(炭素繊維織物を16枚積層している部分)には幅400mm×長さ400mmの樹脂拡散媒体を配置した。

[0034] 次に、樹脂注入口8と吸引口7を配設した後に、強化繊維プリフォーム2全体をバッグフィルム5(ナイロン製フィルム)で覆い、シーラント6(RICHMOND社製、SM5126)で周囲を密閉し、吸引口7と連通された真空ポンプにより、バッグフィルム5の内部

を減圧した。

[0035] 次に、成形装置全体を20°Cの雰囲気下に置き、熱硬化性ビニルエステル樹脂(粘度200mPa・s、昭和高分子株式会社製R-7070)を準備し、注入口8から、樹脂の注入を開始した。樹脂は樹脂拡散媒体12内を、速度差を持って拡散し、注入開始2分後に、樹脂拡散媒体を2枚重ねた部分(強化繊維プリフォームの厚い部分の表面)で先に樹脂の拡散が完了し、注入開始4分後に、樹脂拡散媒体内全体に樹脂が拡散した。さらに、樹脂は樹脂拡散媒体からプリフォームに含浸し、注入開始8分後に、強化繊維プリフォーム全体に樹脂が含浸し、樹脂が強化繊維プリフォーム11全体から同時に吸引口に流出した。

[0036] 最後に、樹脂注入を停止して、樹脂を硬化させ、金型から繊維強化樹脂成形品を脱型した。成形品を外観検査した結果、表面には樹脂の未含浸部が無く、さらに、超音波探傷器(PANAMETRICS社製EPOCH4)で、FRP成形品内部の欠陥を検査した結果、FRPの全面で底面のエコーが確認され、FRP全体に樹脂の未含浸部が無い、品質に優れる繊維強化樹脂成形品を得ることができた。

[0037] 比較例1

実施例1と同じように、図2の如く、厚みが異なる部分が存在する、強化繊維プリフォーム11を用意した。次に、樹脂拡散媒体12として、幅400mm×長さ800mmの大きさのポリプロピレン製のメッシュ材(東京ポリマー社製TSX-400P)を1枚準備した。

[0038] 図1に示したように、スチール製の平板状金型1の上に、前記強化繊維プリフォーム2(11)を、吸引口7延設方向と同一方向に厚みが増えるように配置し、その上面全面に幅400mm×長さ800mmの樹脂拡散媒体4(12)を1枚のみ配置した。

[0039] 次に、実施例1と同じ手順で成形装置を構成し、樹脂の注入を開始した。樹脂は樹脂拡散媒体内を同じ速度で拡散し、開始4分後に、樹脂拡散媒体全面に樹脂が拡散した。樹脂は樹脂拡散媒体からプリフォームに含浸し、注入開始8分後に、強化繊維基材の厚みの薄い部分から吸引口に樹脂が流出し、流出した樹脂は、吸引口7とプリフォームの厚みの厚い部分との間の吸気経路を遮断する状態となった、

[0040] 注入開始30分後に注入を停止して、樹脂を硬化させ、金型から繊維強化樹脂成形品を脱型した。成形品を外観検査した結果、繊維強化樹脂成形品の厚板部にお

いて、成形型側の表面に、樹脂の未含浸部分が確認された。

産業上の利用可能性

[0041] 本発明は、あらゆる真空RTM成形に適用でき、とくに、複雑な形状の成形品や、幅が変化するような成形品の成形に好適なものである。

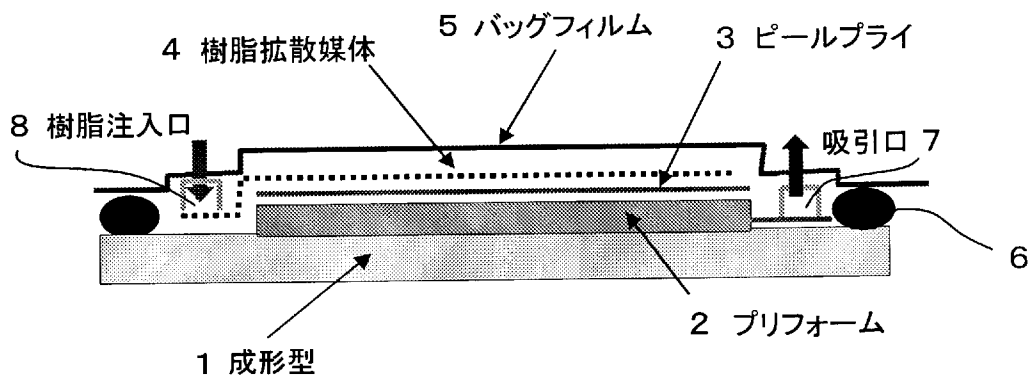
請求の範囲

- [1] 強化繊維基材の一面上に樹脂拡散媒体を配置し、全体をバッグ材で覆ってバッグ材内部を減圧し、樹脂を前記樹脂拡散媒体に注入して実質的に面内方向に拡散させた後前記強化繊維基材の厚み方向に含浸させる真空RTM成形方法において、前記強化繊維基材の一面に沿う方向における強化繊維基材の各樹脂含浸部間の目付または密度の差に対応させて、あるいは、前記強化繊維基材の各樹脂含浸部間の、前記強化繊維基材の一面に沿う方向における樹脂含浸開始部から樹脂含浸完了部までの長さの差に対応させて、前記樹脂拡散媒体自体の樹脂拡散の際の流動抵抗を、前記強化繊維基材の面内方向に変化させることを特徴とする真空RTM成形方法。
- [2] 前記樹脂拡散媒体を、複数の樹脂拡散媒体を積層して形成し、前記流動抵抗を、前記樹脂拡散媒体の積層枚数を強化繊維基材の面内方向に変化させることにより変化させる、請求項1に記載の真空RTM成形方法。
- [3] 前記流動抵抗を、前記樹脂拡散媒体の空隙率を強化繊維基材の面内方向に変化させることにより変化させる、請求項1に記載の真空RTM成形方法。
- [4] 前記流動抵抗の最大値と最小値の間に1.2倍以上の差を持たせる、請求項1～3のいずれかに記載の真空RTM成形方法。
- [5] 前記強化繊維基材の厚みが該強化繊維基材の面内方向に変化している、請求項1～4のいずれかに記載の真空RTM成形方法。
- [6] 前記強化繊維基材の厚みの最大値が最小値の1.5倍以上である、請求項5に記載の真空RTM成形方法。
- [7] 前記強化繊維基材の密度が該強化繊維基材の面内方向に変化している、請求項1～4のいずれかに記載の真空RTM成形方法。
- [8] 前記強化繊維基材が、炭素繊維からなる強化繊維糸条群と、該強化繊維糸条群と交差する方向の補助繊維糸条群から構成されている一方向性の織物である、請求項1～7のいずれかに記載の真空RTM成形方法。
- [9] 樹脂が前記樹脂拡散媒体に樹脂注入ラインを介して注入され、該樹脂注入ラインに対して垂直方向の前記強化繊維基材の長さが該強化繊維基材の面内方向に変

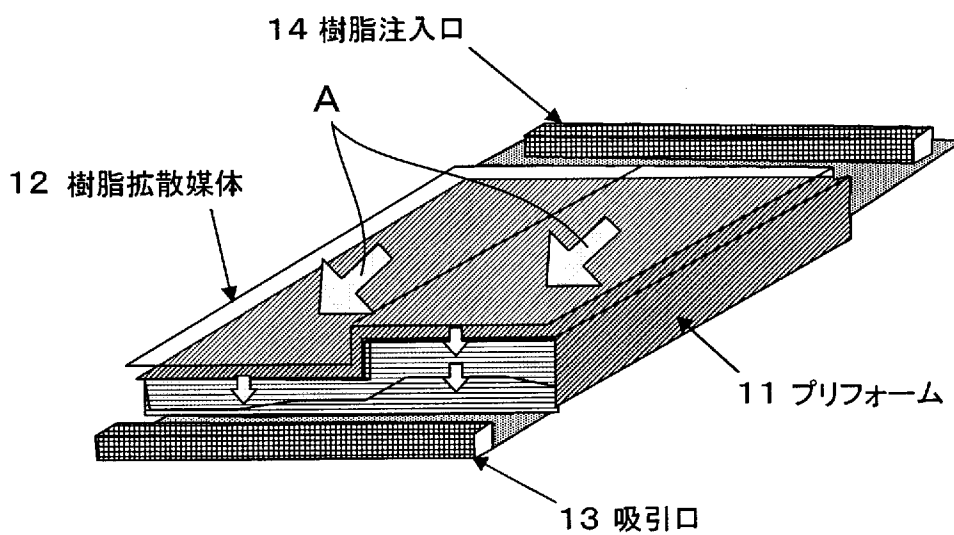
化している、請求項1～4のいずれかに記載の真空RTM成形方法。

- [10] 請求項1～9のいずれかに記載の真空RTM成形方法により強化繊維基材に樹脂を含浸させる工程を有する、繊維強化樹脂成形品の製造方法。

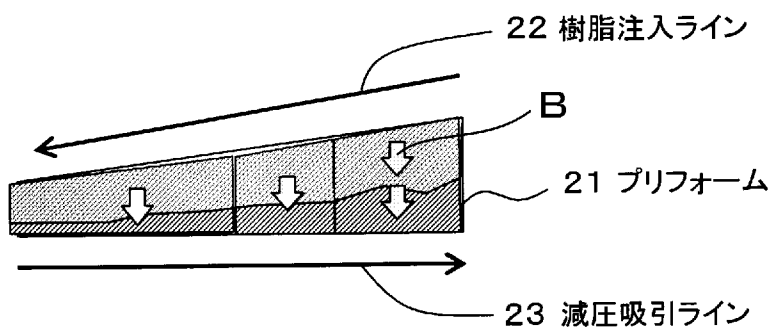
[図1]



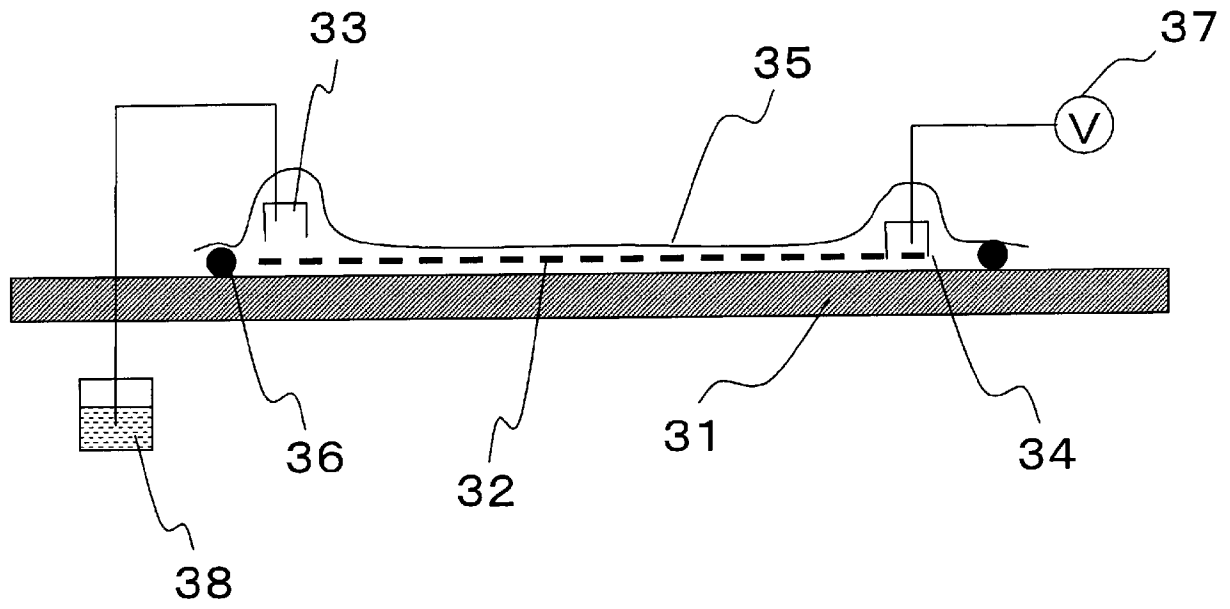
[図2]



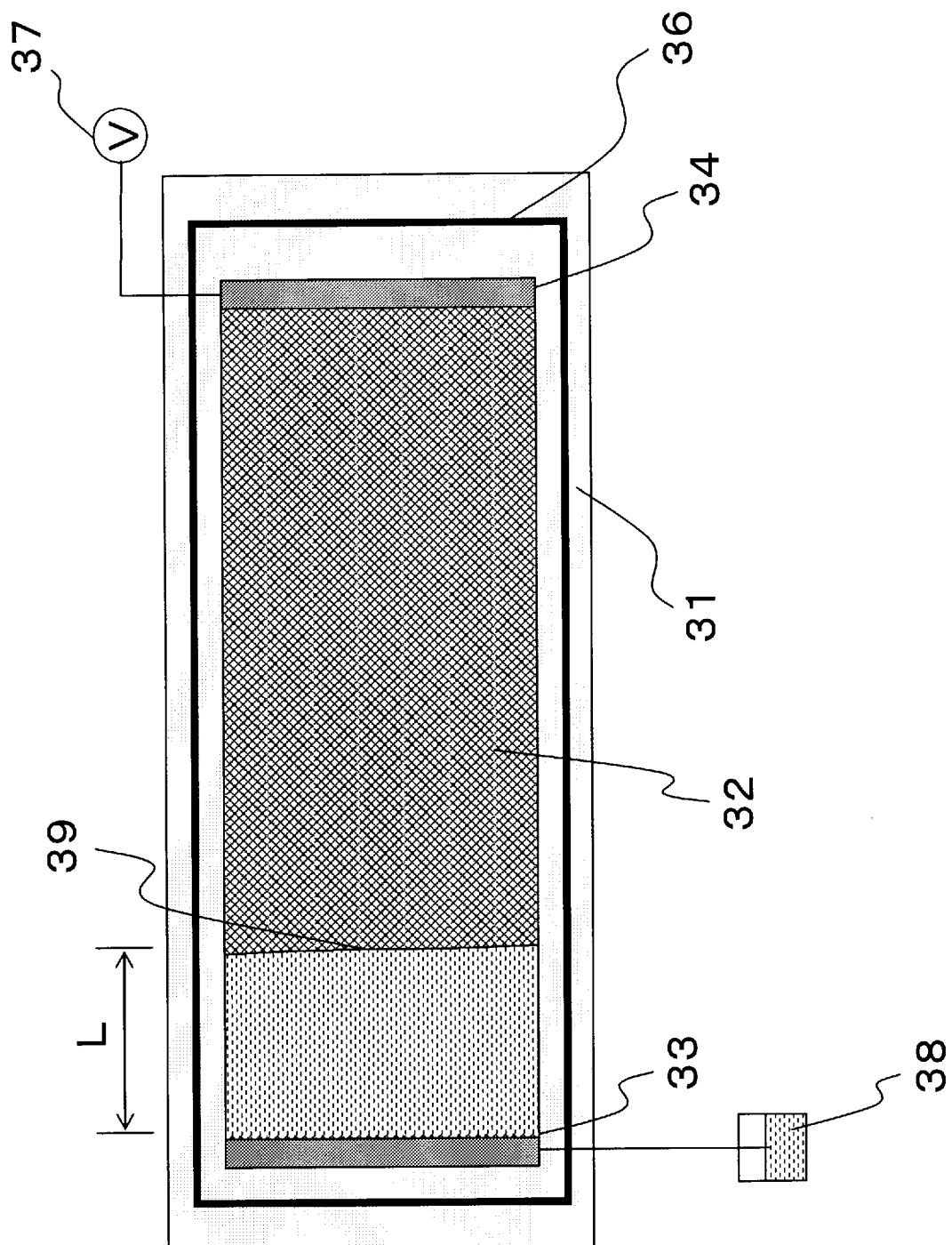
[図3]



[図4]



[図5]



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/055039

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

B29C43/12(2006.01)i, B29B15/10(2006.01)i, B29C43/34(2006.01)i, B29C43/36(2006.01)n, B29K105/06(2006.01)n, B29K105/08(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)

B29C43/00-43/58, B29C33/00-33/76, B29B11/00-11/16, B29B15/08-15/14

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	1996-2008
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2008	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2008

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

WPI(RTM, resin*transfer*molding, diffusion, bag, impregnation, friction)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 2003-25347 A (Toray Industries, Inc.), 29 January, 2003 (29.01.03), Claim 1; Par. Nos. [0001] to [0006], [0015], [0020], [0024]; Fig. 4 (Family: none)	1-10
A	JP 2002-192535 A (Toray Industries, Inc.), 10 July, 2002 (10.07.02), Claim 1; Par. Nos. [0001] to [0008], [0013], [0019]; Fig. 1 (Family: none)	1-10
A	JP 2003-39455 A (Toray Industries, Inc.), 13 February, 2003 (13.02.03), Claim 1; Par. No. [0003]; Fig. 1 (Family: none)	1-10

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
23 April, 2008 (23.04.08)

Date of mailing of the international search report
13 May, 2008 (13.05.08)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2008/055039

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	WO 2005/095079 A1 (Toray Industries, Inc.), 13 October, 2005 (13.10.05), Claim 1; Par. No. [0004]; Figs. 4 to 5 & US 2007/0149080 A1 & EP 1731282 A1 & CN 1938137 A	1-10
A	JP 2006-159457 A (Toray Industries, Inc.), 22 June, 2006 (22.06.06), Par. No. [0003] (Family: none)	1-10
A	JP 2007-15203 A (Toray Industries, Inc.), 25 January, 2007 (25.01.07), Par. Nos. [0024] to [0026] (Family: none)	1-10

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))

Int.Cl. B29C43/12(2006.01)i, B29B15/10(2006.01)i, B29C43/34(2006.01)i, B29C43/36(2006.01)n, B29K105/06(2006.01)n, B29K105/08(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. B29C43/00-43/58, B29C33/00-33/76, B29B11/00-11/16, B29B15/08-15/14

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	1971-2008年
日本国実用新案登録公報	1996-2008年
日本国登録実用新案公報	1994-2008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)

WPI(RTM, resin*transfer*molding, diffusion, bag, impregnation, friction)

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 請求の範囲の番号
A	JP 2003-25347 A (東レ株式会社) 2003.01.29, 【請求項1】、【0001】～【0006】、【0015】、【0020】、【0024】、第4図 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2002-192535 A (東レ株式会社) 2002.07.10, 【請求項1】、【0001】～【0008】、【0013】、【0019】、第1図 (ファミリーなし)	1-10

C欄の続きにも文献が列挙されている。

パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日

23.04.2008

国際調査報告の発送日

13.05.2008

国際調査機関の名称及びあて先

日本国特許庁 (ISA/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)

細井 龍史

電話番号 03-3581-1101 内線 3430

4F

4169

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 請求の範囲の番号
A	JP 2003-39455 A (東レ株式会社) 2003.02.13, 【請求項1】、【0003】、第1図 (ファミリーなし)	1-10
A	WO 2005/095079 A1 (東レ株式会社) 2005.10.13, 【請求項1】、【0004】、第4-5図 & US 2007/0149080 A1 & EP 1731282 A1 & CN 1938137 A	1-10
A	JP 2006-159457 A (東レ株式会社) 2006.06.22, 【0003】 (ファミリーなし)	1-10
A	JP 2007-15203 A (東レ株式会社) 2007.01.25, 【0024】 ~ 【0026】 (ファミリーなし)	1-10