

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第4342620号
(P4342620)

(45) 発行日 平成21年10月14日 (2009.10.14)

(24) 登録日 平成21年7月17日 (2009.7.17)

(51) Int. Cl.

F 1

B 3 2 B 3/12 (2006.01)

B 3 2 B 3/12 A

B 2 9 C 43/18 (2006.01)

B 2 9 C 43/18

B 2 9 C 43/34 (2006.01)

B 2 9 C 43/34

B 2 9 C 43/52 (2006.01)

B 2 9 C 43/52

B 2 9 K 101/10 (2006.01)

B 2 9 K 101:10

請求項の数 7 (全 9 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願平10-343231
 (22) 出願日 平成10年12月2日 (1998.12.2)
 (65) 公開番号 特開2000-167950 (P2000-167950A)
 (43) 公開日 平成12年6月20日 (2000.6.20)
 審査請求日 平成17年11月1日 (2005.11.1)

(73) 特許権者 000005348
 富士重工業株式会社
 東京都新宿区西新宿一丁目7番2号
 (74) 代理人 100064285
 弁理士 佐藤 一雄
 (74) 代理人 100069523
 弁理士 前島 旭
 (74) 代理人 100091982
 弁理士 永井 浩之
 (74) 代理人 100082751
 弁理士 黒瀬 雅志
 (72) 発明者 山 口 栄 勝
 東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士
 重工業株式会社内

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ハニカムサンドイッチ構造複合材パネルの成形方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

R T M成形法を利用したハニカムサンドイッチ構造複合材パネルの成形方法において、
 ハニカムコアの両面に熱硬化型の接着機能を有するシール材を介してドライファブリックをそれぞれ積層して組立体を形成して成形治具内に配置し、

ついで、前記組立体を前記シール材の硬化温度まで毎分1℃以下の割合で昇温させ、

ついで、前記硬化温度を一定時間維持して前記シール材を硬化させると共に前記硬化温度に達してから所定時間経過後に成形治具内を所定圧まで減圧して前記ドライファブリックを乾燥させ、

ついで、前記組立体を樹脂含浸温度まで変化させ、前記樹脂含浸温度を一定時間維持しながら熱硬化性樹脂を成形治具内に注入して前記ドライファブリックに前記熱硬化性樹脂を含浸させ、

ついで、前記熱硬化性樹脂の注入の終了に伴い、前記所定圧まで減圧した状態を完了させ、成形治具内を前記熱硬化性樹脂の注入圧力以上の所定の加圧状態とし、

ついで、前記組立体を前記熱硬化性樹脂の硬化温度まで昇温させ所定時間加圧加熱して前記ドライファブリックに含浸した樹脂を硬化させることを特徴とするハニカムサンドイッチ構造複合材パネルの成形方法。

【請求項 2】

シール材は、ガラスマイクロバルーンを混入した熱硬化型樹脂フィルムを複数枚ラミネートしたラミネートフィルムであることを特徴とする請求項1に記載の複合材ハニカムサ

10

20

ンドイッチ構造パネルの成形方法。

【請求項 3】

シール材は、少なくとも 2 枚の熱硬化型接着剤フィルムと、これら熱硬化型接着剤フィルムの間に介装されるキャリア材を有するラミネートフィルムであることを特徴とする請求項 1 に記載の複合材ハニカムサンドイッチ構造パネルの成形方法。

【請求項 4】

シール材は、少なくとも 2 枚の熱硬化型接着剤フィルムと、これら熱硬化型接着剤フィルムの間に介装されるガラスマイクロバルーンを混入した熱硬化型樹脂フィルムを有するラミネートフィルムであることを特徴とする請求項 1 に記載の複合材ハニカムサンドイッチ構造パネルの成形方法。

10

【請求項 5】

シール材は、複数枚の熱硬化型接着剤フィルムをラミネートしたラミネートフィルムであることを特徴とする請求項 1 に記載の複合材ハニカムサンドイッチ構造パネルの成形方法。

【請求項 6】

シール材は、含浸樹脂の硬化温度より低い温度で硬化されることを特徴とする請求項 1 に記載のハニカムサンドイッチ構造複合材パネルの成形方法。

【請求項 7】

シール材は、含浸樹脂の硬化温度以上の温度で硬化されることを特徴とする請求項 1 に記載のハニカムサンドイッチ構造複合材パネルの成形方法。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、航空機、自動車、船舶、建築、あるいは一般産業機器に使用される軽量高剛性複合材パネルに係り、特に、R T M (Resin Transfer Molding) 成形法を利用したハニカムサンドイッチ構造複合材パネルの成形方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

ハニカムサンドイッチ構造パネルの成形方法として、表皮板として予め成形された外板をハニカムコアの上面および下面に接着剤を介して配置し、外板とハニカムコアを加圧加熱して互いに接着する成形方法や、ハンドレイアップによりプリプレグとハニカムコア間に接着剤を適用してプリプレグとハニカムコアを積層し、積層したプリプレグとハニカムコアを真空バッグで覆い、真空バッグの内部空間を真空引きし、ホットプレスあるいはオートクレーブを用いて加圧加熱する成形方法は知られている。

30

【0003】

また、特開平 9-295362 号公報には、特定の高分子フィルムからなる樹脂／水分遮断フィルムを利用して含浸樹脂がハニカムコア内に流入することを遮断し、R T M 成形法によりハニカムサンドイッチ構造パネルを成形する方法が記載されている。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

40

上記ハニカムサンドイッチ構造パネルの成形方法は、素材としてプリプレグを使用するため高価であり、材料の保管や硬化に高価な設備を必要とし、さらに、工程数が多く、複合材の低コスト化に対して問題となっている。

【0005】

上記特定の高分子フィルムを用いるハニカムサンドイッチ構造パネルの R T M 成形方法は、外板とハニカムコアを高分子フィルム（熱可塑性樹脂）を介して接着するため、高分子フィルムの両面に接着剤を設ける必要があり、既存のサンドイッチパネルの代替えパネル成形法という点では追加材料のための重量増加等の新たな問題が発生する。

【0006】

また、上記特定の高分子フィルムを用いるハニカムサンドイッチ構造パネルの成形方法は

50

、高分子フィルムの具有する接着性・柔軟性の悪さから、段差および曲面等を有する複雑形状のパネルを成形する場合には、成形パネルの形状維持が困難であるとともに形状になじみにくく、樹脂に対するシール性が不十分になるとともに成形パネルの剛性も低下してしまう。

【0007】

本発明は、上記した点に鑑みてなされたもので、樹脂を含浸する前に成形型内でハニカムコアのシールを行い、樹脂含浸時のハニカムコアのセル内への樹脂の流入を防止することでソリッド材（板材）成形などで適用されているRTM成形技術の利用を可能とするハニカムサンドイッチ構造複合材パネルの成形方法を提供することを目的とする。

【0008】

【課題を解決するための手段】

本発明は、RTM成形法を利用したハニカムサンドイッチ構造複合材パネルの成形方法であって、

ハニカムコアの両面に熱硬化型の接着機能を有するシール材を介してドライファブリックをそれぞれ積層して組立体を形成して成形治具内に配置し、

ついで、前記組立体を前記シール材の硬化温度まで毎分1℃以下の割合で昇温させ、

ついで、前記硬化温度を一定時間維持して前記シール材を硬化させると共に前記硬化温度に達してから所定時間経過後に成形治具内を所定圧まで減圧して前記ドライファブリックを乾燥させ、

ついで、前記組立体を樹脂含浸温度まで変化させ、前記樹脂含浸温度を一定時間維持しながら熱硬化性樹脂を成形治具内に注入して前記ドライファブリックに前記熱硬化性樹脂を含浸させ、

ついで、前記熱硬化性樹脂の注入の終了に伴い、前記所定圧まで減圧した状態を完了させ、成形治具内を前記熱硬化性樹脂の注入圧力以上の所定の加圧状態とし、

ついで、前記組立体を前記熱硬化性樹脂の硬化温度まで昇温させ所定時間加圧加熱して前記ドライファブリックに含浸した樹脂を硬化させることで、樹脂含浸時のハニカムコアのセル内への樹脂の流入を防止し、ソリッド材などで適用されているRTM成形技術の利用により低コストハニカムサンドイッチ構造部品を成形することができる。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明は、RTM成形法を利用したハニカムサンドイッチ構造複合材パネルの成形方法であって、

ハニカムコアの両面に熱硬化型の接着機能を有するシール材を介してドライファブリックをそれぞれ積層して組立体を形成し、

前記組立体を前記シール材の硬化温度まで毎分1℃以下の割合で昇温させ、

ついで、前記硬化温度を一定時間維持して前記シール材を硬化させると共に前記硬化温度に達してから所定時間経過後に所定圧まで減圧して前記ドライファブリックを乾燥させ、

ついで、前記組立体を樹脂含浸温度まで変化させ、前記樹脂含浸温度を一定時間維持しながら熱硬化性樹脂を前記ドライファブリックに含浸させ、

ついで、前記組立体を前記熱硬化性樹脂の硬化温度まで昇温させ所定時間加圧加熱して前記ドライファブリックに含浸した樹脂を硬化させることで、樹脂含浸時のハニカムコアのセル内への樹脂の流入を防止し、ソリッド材などで適用されているRTM成形技術の利用により低コストハニカムサンドイッチ構造部品を成形することができる。

【0010】

【実施の形態】

以下本発明の実施の形態を図面につき説明する。

図1は本発明によるハニカムサンドイッチ構造複合材パネルの成形方法における積層材料と積層方法を示す。ハニカムサンドイッチ構造複合材パネル1は、ハニカムコア2と、このハニカムコア2の両面に配置されたシール材3、3と、各シール材3の上に配置された

10

20

30

40

50

複数枚のドライファブリック 4 から構成されている。このドライファブリック 4 には樹脂が含浸される。上記ハニカムコア 2 とドライファブリック 4 は、従来この種のハニカムサンドイッチ構造複合材パネルに用いられているものと同じ構成である。

【0011】

上記シール材 3 は、硬化温度として推奨されている温度よりも低い温度範囲でも硬化可能で、含浸樹脂を硬化させる温度域の高温にも耐える耐熱性を有することがハニカムサンドイッチ構造パネル 1 製作の効率からは望ましく、また、上記シール材 3 は、樹脂含浸時にハニカムコア内への樹脂流入を防止するための十分な目止め効果を有し、ハニカムコアと外板との接着力が十分で構造物になったときに異材とならない材料であることが望ましい。そして、上記シール材 3 は、含浸樹脂が熱硬化型樹脂であれば、好ましくは、120～180℃にて硬化可能な熱硬化性エポキシ樹脂を含むものである。

10

【0012】

上記シール材 3 の具体的構成を図 3 ないし図 6 に示す。

図 3 に示すシール材 3 は、ガラスマイクロバルーンをエポキシ樹脂材料に添加して粘度を上げた 3 層構造の熱硬化型樹脂フィルム 3 a からなり、樹脂の粘度を混入されるガラスマイクロバルーンの量により調節することができる。ガラスマイクロバルーンの代わりにガラスの短繊維や不織布を用いることもできる。

図 4 に示すシール材 3 は、接着剤フィルムに用いられているキャリア材 3 b をエポキシ樹脂接着剤フィルム 3 c、3 c に挟んだものであり、樹脂の通過を繊維間に形成される目の大きさにより妨げることでハニカムコア内への樹脂の垂れやフローアウトをコントロール

20

することができる。

図 5 に示すシール材 3 は、ガラスマイクロバルーンを有するエポキシ樹脂フィルム 3 a をエポキシ樹脂接着剤フィルム 3 c、3 c に挟んだ 3 層構造の熱硬化型の接着性能を有するものである。

図 6 に示すシール材 3 は、3 層のエポキシ樹脂接着剤フィルム層 3 c、3 c、3 c で形成したものであり、昇温をコントロールすることで樹脂の粘度低下を抑えながらシール膜を形成することができる。

【0013】

つぎに、本発明によるハニカムサンドイッチ構造複合材パネルの成形方法の一例を説明する。

30

【0014】

まず、ドライファブリック 4 とシール材 3 とハニカムコア 2 を用意し、図 1 に示すように、ハニカムコア 2 の両面にシール材 3 を介してドライファブリック 4 を積層してハニカムサンドイッチ組立体を形成する。

【0015】

上記ハニカムサンドイッチ組立体は、図示しない成形治具にセットされる。上記成形治具には、通常的手段で樹脂含浸ラインが配管される。ハニカムサンドイッチ組立構造体を組込んだ成形型は、通常の方法でホットプレスあるいは炉等の内部に配置される。これにより成形の準備工程が終了する。

【0016】

つぎに、ホットプレスあるいは炉等で加熱して、成形治具の内部を、図 2 に示すように、1℃/分以下の速度で120±5℃の温度まで昇温し、120±5℃の温度をそのまま130±10分保持し、その後、1℃/分以下の速度で120±5℃の温度から160±5℃の温度まで昇温する。この場合、成形治具内の真空度は、120℃の温度に達してから120分経過した後に大気圧を0mmHgとして、-600mmHg以下の気圧に維持することが望ましい。この一連の工程の中で、ドライファブリック 4 の乾燥とシール材 3 の一次硬化によるハニカムコア 2 のシール（目止め）が行なわれる。シール材 3 の一次硬化とドライファブリック 4 の乾燥を同時に行なうことで、通常のソリッドパネルを成形する一連の工程に新たに工程を加える必要がない。

40

【0017】

50

ついで、成形治具内の温度が $160 \pm 5^{\circ}\text{C}$ の温度に達したら、エポキシ系の熱硬化型樹脂を含浸ラインを通して成形治具内に注入する。そして、注入圧力を2～3気圧にして、熱硬化型樹脂をドライファブリック4に含浸させる。

【0018】

ついで、成形治具内の温度は、熱硬化型樹脂のドライファブリック4への含浸が行われた後、 $160 \pm 5^{\circ}\text{C}$ から 180°C まで昇温される。ドライファブリック4に含浸された熱硬化型樹脂は、硬化温度 180°C と樹脂含浸圧力以上の圧力の下で加熱硬化処理され、これにより、ハニカムサンドイッチ構造複合材パネルが成形される。

【0019】

上記実施の形態では、含浸樹脂としてエポキシ系の熱硬化型（硬化温度： 180°C ）樹脂を使用し、シール材3として 180°C で硬化可能なエポキシ樹脂フィルムやエポキシ接着剤フィルムを用いたが、シール材3は、 120°C で60分の加熱で熱硬化させても、十分なシール性能と硬化度合いが得られることが実験的に確認されている。

10

【0020】

なお、上記実施の形態では、シール材3の硬化温度は、含浸樹脂の含浸温度より低い、その逆の場合には、シール材3を接着剤硬化温度まで温度を上昇させて接着剤を一次硬化させ、その後、温度を樹脂の含浸温度まで降下させて樹脂をドライファブリック4に含浸させる。

【0021】

ちなみに、シール材3の硬化には、加熱初期において真空圧を適用せず、ステージングは $121 \pm 5^{\circ}\text{C}$ で 120 ± 10 分行ない、ステージング途中120分を経過した後に真空圧を適用する。

20

【0022】

また、シール材3が硬化温度域の狭い接着剤である場合には、シール材3を硬化温度まで上げて、シール材3を完全硬化させてから、含浸工程に移るようにする。この場合、シール性については、シール材3の材料が 180°C 硬化型のフィルムであれば、耐熱性が高く、次工程の樹脂含浸・硬化工程において、樹脂含浸温度および樹脂硬化温度が 120°C 以上であっても、その温度（含浸温度、あるいは硬化温度）において、ポストキュア（追加硬化）される形になり、含浸温度でも樹脂の流入を防ぐことができる。

【0023】

30

また、シール材3を使用したハニカムサンドイッチ構造複合材パネルは、ハンドレイアップによるサンドイッチパネルと同様な材料構成であるから、シール材3が、特開平9-295362号公報に記載された水分遮断フィルムのようにハニカムサンドイッチパネルに対して異材となることはない。

【0024】

本発明によるハニカムサンドイッチ構造複合材パネルのフラットワイズ引張試験による実験結果を下表に示す。

【0025】

【表1】

フラットワイズ引張試験結果		
フラットワイズ引張強度	(1) 0.226kgf/mm ² (2) 0.222kgf/mm ² (3) 0.212kgf/mm ² (4) 0.223kgf/mm ²	破壊状況 →すべてコア破壊
シール処理性効率	95～99% (含浸させたときハニカムコアに樹脂が入っている場合)	
シール材	180℃硬化型フィルム接着剤 (サイテッチ CORP MB1515-3M) の間に120～180℃硬化型エポキシ樹脂系フィルム (ミネソタマイニング マニファクチャージャのAF325(M))	
ハニカムコア材	ノーマックス-GR. 3.0 厚み: 1.0" (イーアイデュポン社)	
含浸樹脂	エピコート6003 (油化シェル社)	
ドライファブリック	炭素繊維 (MIL規格3k-70-PW)	
シール材硬化温度	120℃ (120分)	
樹脂含浸温度	40℃	
パネル硬化温度	180℃	

ハニカムサンドイッチ構造複合材パネルは、フラットワイズ引張試験により強度的に問題ないことが確認された。

【0026】

なお、シール材のフラットワイズ引張強度は、ハニカムコアの引張破壊であったため正確な強度は確認できなかったが、一般的なハニカム構造部品は、今回使用したハニカムコア材と同等材料を使用しているため十分な接着強度である。

【0027】

図7は、本発明によるハニカムサンドイッチ構造複合材パネルの成形方法の他の実施の形態を示す。

【0028】

図7に示す実施の形態においては、含浸樹脂には低粘度に調製されたエポキシ系の熱硬化型樹脂が使用され、図2で示す実施の形態と同様に、ドライファブリック4とシール材3とハニカムコア2を用意し、ハニカムコア2の両面にシール材3を介してドライファブリック4を積層してハニカムサンドイッチ組立体を形成する。ハニカムサンドイッチ組立体は、成形治具にセットされ、成形治具に樹脂含浸ラインが配管される。ハニカムサンドイッチ組立構造体を組込んだ成形型は、ホットプレスあるいは炉等の内部に配置され、これにより成形の準備工程が終了する。

【0029】

つぎに、ホットプレスあるいは炉等で加熱して、成形治具の内部を $1^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以下の速度で $120 \pm 5^{\circ}\text{C}$ の温度まで昇温し、 $120 \pm 5^{\circ}\text{C}$ の温度をそのまま 130 ± 10 分保持し、その後、 $1^{\circ}\text{C}/\text{分}$ 以下の速度で $120 \pm 5^{\circ}\text{C}$ の温度から $40 \pm 5^{\circ}\text{C}$ の温度まで降温する。この場合、成形治具内の真空度は、 120°C の温度に達してから 120 分経過した後には大気圧を 0 mmHg として、 -600 mmHg 以下の気圧に維持することが望ましい。この一連の工程の中で、ドライファブリック 4 の乾燥とシール材 3 の一次硬化によるハニカムコア 2 のシール（目止め）が行なわれる。シール材 3 の一次硬化とドライファブリック 4 の乾燥を同時に行なうことで、通常のソリッドパネルを成形する一連の工程に新たに工程を加える必要がない。

【0030】

10

ついで、成形治具内の温度が $40 \pm 5^{\circ}\text{C}$ の温度に達したら、熱硬化型樹脂を含浸ラインを通して成形治具内に注入する。そして、注入圧力を $2 \sim 3$ 気圧にして、熱硬化型樹脂をドライファブリック 4 に含浸させる。

【0031】

ついで、成形治具内の温度は、熱硬化型樹脂のドライファブリック 4 への含浸が行われた後、 $40 \pm 5^{\circ}\text{C}$ から $180 \pm 5^{\circ}\text{C}$ まで昇温される。ドライファブリック 4 に含浸された熱硬化型樹脂は、硬化温度 180°C と樹脂含浸圧力以上の圧力の下で加熱硬化処理され、これにより、ハニカムサンドイッチ構造複合材パネルが成形される。

【0032】

なお、上記実施の形態では、熱硬化型樹脂の含浸温度を一定温度で所定時間維持するようにしたが、温度の昇温速度をさらに遅くすることにより、樹脂含浸温度を一定温度で所定時間維持することが不要となる。

20

また、シール材 3 はキャリア材の網目を小さくすることにより一層に構成することも可能である。

【0033】

【発明の効果】

以上述べたように本発明によれば、ハニカムコアの目止めをするシール材の一次硬化とドライファブリックの乾燥を同時に行うことで、て R T M 成形法によるハニカムサンドイッチ構造複合材を一体成形が可能になり、低コストハニカムサンドイッチ構造部品を製造することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【図 1】本発明によるハニカムサンドイッチ構造複合材パネルの成形方法による積層方法を示す図。

【図 2】本発明によるハニカムサンドイッチ構造複合材パネルの成形方法の成形手順を示す図。

【図 3】図 1 のハニカムサンドイッチ構造複合材パネルに用いるシール材の一例を示す図。

【図 4】図 1 のハニカムサンドイッチ構造複合材パネルに用いるシール材の他例を示す図。

【図 5】図 1 のハニカムサンドイッチ構造複合材パネルに用いるシール材の他例を示す図。

40

【図 6】図 1 のハニカムサンドイッチ構造複合材パネルに用いるシール材の他例を示す図。

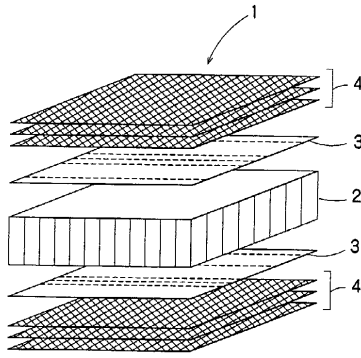
【図 7】本発明によるハニカムサンドイッチ構造複合材パネルの成形方法の他の実施の形態の成形手順を示す図。

【符号の説明】

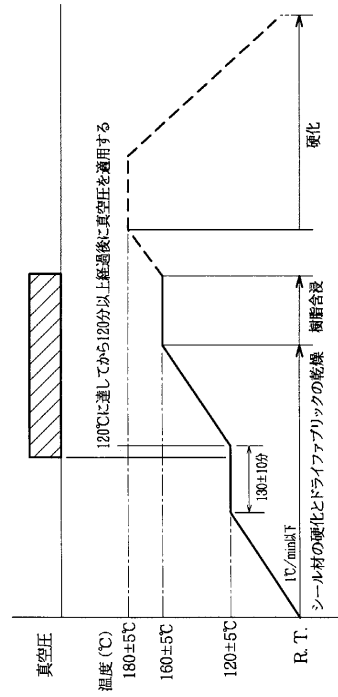
- 1 ハニカムサンドイッチ構造複合材パネル
- 2 ハニカムコア
- 3 シール材
- 4 ドライファブリック

50

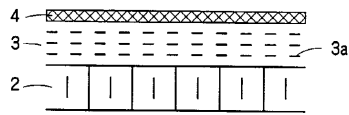
【図 1】



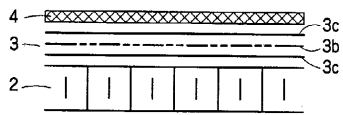
【図 2】



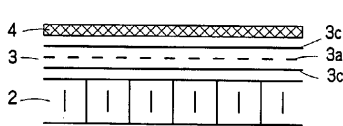
【図 3】



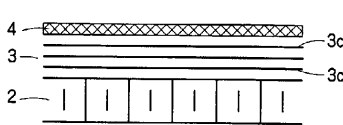
【図 4】



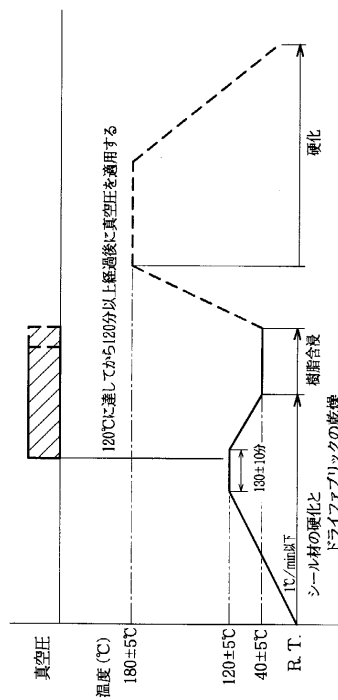
【図 5】



【図 6】



【図 7】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
B 2 9 K 105/08 (2006.01) B 2 9 K 105:08

(72)発明者 丸 山 誠 次
東京都新宿区西新宿一丁目7番2号 富士重工業株式会社内

審査官 前田 知也

(56)参考文献 国際公開第97/025198 (WO, A1)
特開平02-121831 (JP, A)
特開平09-295362 (JP, A)
特開平04-241935 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
B32B1/00-43/00
B29C39/00-39/24
B29C39/38-39/44
B29C43/00-43-34
B29C43/44-43/48
B29C43/52-43/58