(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2017-190439
(P2017-190439A)
(43)公開日　平成29年10月19日(2017.10.19)

(51)Int.Cl.		F I			テーマコード（参考）
C08J 5/04	(2006.01)	C08J	5/04	CFG	4F072
B29C 43/02	(2006.01)	B29C	43/02		4F204

審査請求 有　請求項の数 7　OL　（全 12 頁）

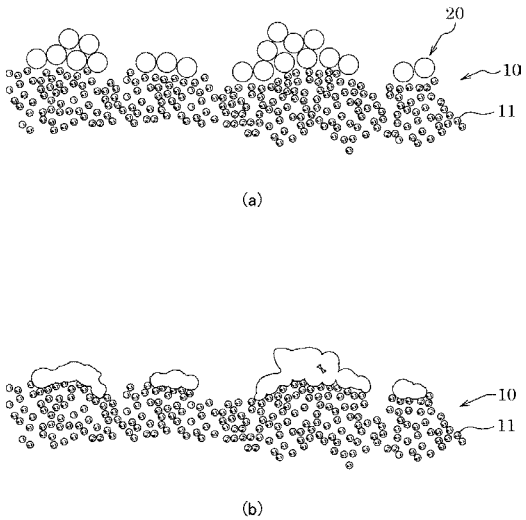
(21)出願番号　特願2016-82520(P2016-82520)
(22)出願日　平成28年4月15日(2016.4.15)

(71)出願人　000004215
株式会社日本製鋼所
東京都品川区大崎一丁目１１番１号
(74)代理人　100121795
弁理士　鶴亀　國康
(72)発明者　大野　秋夫
広島県広島市安芸区船越南一丁目６番１号
株式会社日本製鋼所内
(72)発明者　伊東　宏
広島県広島市安芸区船越南一丁目６番１号
株式会社日本製鋼所内
(72)発明者　白銀屋　司
広島県広島市安芸区船越南一丁目６番１号
株式会社日本製鋼所内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】繊維強化樹脂中間材及びその製造方法

(57)【要約】
【課題】強化繊維基材に含まれる空気を排出させる空隙を設け、成形した際に内部にボイドなどの欠陥が生じ難く賦形性及び取扱性に優れた繊維強化樹脂中間材及びその製造方法を提供する。
【解決手段】本発明に係る繊維強化樹脂中間材は、強化繊維で形成される強化繊維基材の外面に樹脂粉体を付着させ、これを加熱して前記樹脂粉体が前記強化繊維基材の外面に、前記樹脂粉体に由来する凹凸状を有するとともに開口した空隙を有するように融着してなる。
【選択図】図１



【特許請求の範囲】
【請求項１】
強化繊維で形成される強化繊維基材の外面に樹脂粉体を付着させ、これを加熱して前記樹脂粉体が前記強化繊維基材の外面に、前記樹脂粉体に由来する凹凸状を有するとともに開口した空隙を有するように融着してなる繊維強化樹脂中間材。
【請求項２】
強化繊維基材に付着させる樹脂粉体は、平均粒子径が1～500μmである請求項１に記載の繊維強化樹脂中間材。
【請求項３】
強化繊維基材に樹脂粉体が融着した凹凸状の部分は、その樹脂粉体の平均粒径の1/2以上の凹凸を有する請求項１又は２に記載の繊維強化樹脂中間材。
【請求項４】
強化繊維基材は、強化繊維が炭素繊維からなり目付が20～1000g/m^{2}である請求項１～３の何れか一項に記載の繊維強化樹脂中間材。
【請求項５】
炭素繊維で形成される強化繊維基材の外面に樹脂粉体を付着させ、これを加熱して前記樹脂粉体が前記強化繊維基材の外面に開口した空隙を有するように融着してなる繊維強化樹脂中間材であって、
前記繊維強化樹脂中間材の最小曲率半径が、その厚みの20倍以内である繊維強化樹脂中間材。
ここで、最小曲率半径とは、常温下で前記繊維強化樹脂中間材を曲げた際に破断・折損するときの曲率半径をいう。
【請求項６】
強化繊維で形成される強化繊維基材の外面に樹脂粉体を付着させ、これを加熱して前記樹脂粉体が溶融して前記強化繊維基材の外面に融着した繊維強化樹脂中間材。
ここで、強化繊維基材の外面に融着とは、溶融した樹脂粉体が外面にほぼ留まってこれに融着した状態をいう。
【請求項７】
請求項１～６に記載の繊維強化樹脂中間材を積層し、加熱及び加圧して成形される繊維強化樹脂成形体。
【請求項８】
繊維体積含有率が15～70%、ボイド率が1.5%以下である請求項７に記載の繊維強化樹脂成形体。
【請求項９】
樹脂粉体が強化繊維基材の外面に開口した空隙を有するように融着してなる繊維強化樹脂中間材の成形方法であって、
前記強化繊維基材を形成する強化繊維の外径とその強化繊維基材の嵩密度に基づいて、前記強化繊維基材の繊維体積含有率が所定の値になるように、所定の平均粒径の樹脂粉体を前記強化繊維基材に付着させて成形する繊維強化樹脂中間材の成形方法。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は、加熱・加圧・冷却されて繊維強化樹脂成形体に加工される繊維強化樹脂中間材及びその製造方法に関する。
【背景技術】
【０００２】
近年、軽量化や機械強度の向上を目的として、炭素繊維、ガラス繊維、天然繊維などの強化繊維基材に樹脂を含浸させて複合化した繊維強化樹脂が種々の分野・用途に広く利用されており、航空機部品や自動車部品への適用が進められている。このような繊維強化樹脂成形体は、機械的強度など所定の特性が発揮されるように、強化繊維基材への樹脂の含

浸が所定の繊維体積含有率で行われボイドなどの欠陥の少ないものが求められる。そして、複雑な形状であっても成形できるような賦形性が求められる。このような要求に対し、強化繊維基材に樹脂が含浸されてなり、積層状態で加熱・加圧・冷却されて繊維強化樹脂成形体に加工される繊維強化樹脂中間材が種々提案されている。

【０００３】

特許文献１に、複数本の強化繊維束を一方向に引き揃えた強化繊維シートに熱可塑性樹脂不織布を重ね合わせて加熱しつつ加圧することにより、熱可塑性樹脂不織布を溶融させ強化繊維束中に熱可塑性樹脂を含浸させた繊維強化熱可塑性樹脂シートが提案されている。この繊維強化熱可塑性樹脂シートは、強化繊維束中に熱可塑性樹脂が含浸しない空隙部が存在する半含浸の状態とすることができるとされる。このため、繊維強化熱可塑性樹脂シートの製造にかかる時間を短縮でき、柔軟性を有する繊維強化熱可塑性樹脂シートが得られる。また、強化繊維シートを薄くすることができるので、未含浸部分を少なくすることができ、これを加熱しつつ加圧し十分な含浸された最終成形品を成形することができるとされる。

【０００４】

特許文献２に、層状に形成された繊維基材とその少なくとも一方の面側に樹脂組成物で構成された樹脂層が設けられ、前記繊維基材中の少なくとも一部に、前記樹脂組成物の含浸されていない空隙層が形成されたプリプレグが提案されている。このプリプレグの空隙層は、繊維基材の一部が露出した形状であってもよく、プリプレグの一端から他端まで連通するように形成されていることが好ましいとされる。また、繊維基材の両面に樹脂層を有するものであっても、その中間部に一端から他端まで連通するような空隙層が存在すればよいとされる。このようなプリプレグを積層する場合は、樹脂が繊維基材によって支持されているため繊維基材が波打つことを防ぐことができ、プリプレグの積層時に空気が抜けやすく気泡が発生しにくいとされる。そして、上記樹脂組成物として、フェノールノボラック樹脂、クレゾールノボラック樹脂等の熱硬化性樹脂が列挙され、フェノキシ樹脂、ポリイミド樹脂等の熱可塑性樹脂を併用してもよいとされる。

【０００５】

特許文献３に、繊維相互間に熱可塑性樹脂粉末を付着させた強化用連続繊維集合体に、該熱可塑性樹脂粉末に対して不溶性或いは難溶性の溶剤に溶解された所定量のバインダー樹脂の溶液を付与し、これを該熱可塑性樹脂粉末の融点又は流動点を越えない範囲の温度域で乾燥させてなる成形材料の製造方法が提案されている。乾燥温度が高すぎると、粉末状熱可塑性樹脂が溶融してマトリックス層を形成するためドレープ性がなくなり、目的とする成形材料が得られないとされる。そして、この製造方法は、パウダー法に属してドレープ性に優れ広範な熱可塑性樹脂を使用でき、バインダー樹脂が強化用連続繊維集合体の繊維同士、該繊維と熱可塑性樹脂粉末及び熱可塑性樹脂粉末同士をピンポイント的に結合しているので、熱可塑性樹脂粉末の脱落を防止し、且つ成形材料の取り扱い時の開繊を防止することができ、取扱い性に優れているとされる。

【先行技術文献】

【特許文献】

【０００６】

【特許文献１】特開2003-165851号公報

【特許文献２】特開2013-180406号公報

【特許文献３】特許第3681127号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【０００７】

上記のように、繊維強化樹脂中間材には賦形性が要求されるが、特許文献１においては繊維強化熱可塑性樹脂シートを半含浸の状態にすることにより、特許文献２においてはプリプレグに含浸されていない空隙層を設けることにより、特許文献３においてはバインダー樹脂で強化用連続繊維や熱可塑性樹脂粉末をピンポイント的に結合させることにより、

繊維強化樹脂中間材の賦形性の向上を図っている。特許文献１に記載の繊維強化熱可塑性樹脂シートの成形法や特許文献２に記載のプリプレグの成形法は、特許文献３に記載の成形法のような乾燥工程など追加の工程を要しないので好ましい。

【０００８】

一方、繊維強化樹脂中間材を成形するときに強化繊維基材の内部に含まれる空気をどのように排出するかは重要であり、繊維強化樹脂中間材中に含まれる空気を充分に排出することによりボイド等の欠陥のない繊維強化樹脂成形体を成形することができる。特許文献１に記載の繊維強化熱可塑性樹脂シートは、繊維強化シートに重ねた熱可塑性樹脂繊維からなる布帛を加熱・加圧するときに、溶融した熱可塑性樹脂層が加圧されて圧密化し強化繊維シートの表面をフィルム状に被うために、強化繊維シート内の空気が抜け難くボイドが形成されやすいという問題がある。これに対し、特許文献２に記載のプリプレグはプリプレグ内部の空気を排出するための空隙層が設けられているのでボイドなどの欠陥の発生を防止できる点で優れる。しかし、このプリプレグは空気の移動距離が長いので空気が容易に抜けなく、また、熱可塑性樹脂のみからなる樹脂組成物の使用ができないという問題がある。特許文献３に記載の成形材料は熱可塑性樹脂を強化用連続繊維集合体にどのような形態で付着させるか不明であり、また、強化用連続繊維集合体に含まれる空気をどのように排出させるかについて記載がない。

【０００９】

本発明は、このような従来の問題点に鑑み、熱硬化性樹脂又は溶融粘度が高くて含浸させるのが容易でない熱可塑性樹脂を、強化繊維基材中に含まれる空気を排出させる空隙を設けるように付着させ、賦形性及び取扱性に優れ、ボイドなどの欠陥が生じ難い繊維強化樹脂成形体を成形することができる繊維強化樹脂中間材及びその製造方法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】

【００１０】

本発明者等は、パウダー法により強化繊維基材に樹脂粉体を付着させる際に、強化繊維基材に含まれる空気を外面に排出させる空隙を確保するとともに、所要の樹脂粉体を強化繊維基材に付着させることができる成形法や試験条件について種々の試験を行い、本発明を完成させた。

【００１１】

本発明に係る繊維強化樹脂中間材は、強化繊維で形成される強化繊維基材の外面に樹脂粉体を付着させ、これを加熱して前記樹脂粉体が前記強化繊維基材の外面に、前記樹脂粉体に由来する凹凸状を有するとともに開口した空隙を有するように融着してなる。

【００１２】

上記発明において、強化繊維基材に付着させる樹脂粉体は、平均粒子径が1～500μmのものとすることができる。

【００１３】

また、強化繊維基材に樹脂粉体が融着した凹凸状の部分は、その樹脂粉体の平均粒径の1/2以上の凹凸を有するのがよい。

【００１４】

強化繊維基材は、強化繊維が炭素繊維からなり目付が20～1000g/m^2のものを使用することができる。

【００１５】

また、本発明に係る繊維強化樹脂中間材は、炭素繊維で形成される強化繊維基材の外面に樹脂粉体を付着させ、これを加熱して前記樹脂粉体が前記強化繊維基材の外面に開口した空隙を有するように融着してなる繊維強化樹脂中間材であって、前記繊維強化樹脂中間材の最小曲率半径が、その厚みの20倍以内のものとすることができる。ここで、最小曲率半径とは、常温下で前記繊維強化樹脂中間材を曲げた際に破断・折損するときの曲率半径をいう。

【００１６】

また、本発明に係る繊維強化樹脂中間材は、強化繊維で形成される強化繊維基材の外面に樹脂粉体を付着させ、これを加熱して前記樹脂粉体が溶融して前記強化繊維基材の外面に融着したものとすることができる。ここで、強化繊維基材の外面に融着とは、溶融した樹脂粉体が外面にほぼ留まってこれに融着した状態をいう。

【００１７】

上記繊維強化樹脂中間材を積層し、加熱及び加圧することにより、ボイドなどの欠陥の少ない繊維強化樹脂成形体を成形することができ、繊維体積含有率が15～70%、ボイド率が1.5%以下である繊維強化樹脂成形体を成形することができる。

【００１８】

本発明に係る繊維強化樹脂中間材の成形方法は、樹脂粉体が強化繊維基材の外面に開口した空隙を有するように融着してなる繊維強化樹脂中間材の成形方法であって、前記強化繊維基材を形成する強化繊維の外径とその強化繊維基材の嵩密度に基づいて、前記強化繊維基材の繊維体積含有率が所定の値になるように、所定の平均粒径の樹脂粉体を前記強化繊維基材に付着させてなる。

【発明の効果】

【００１９】

本発明に係る繊維強化樹脂中間材は、樹脂粉体がその樹脂粉体に由来する凹凸状を有するとともに開口した空隙を有するように強化繊維基材の外面に融着している。このため、本繊維強化樹脂中間材は、強化繊維基材を形成する繊維同士が溶融した樹脂で結束されておらず移動が可能な状態にあるから、柔軟性を有している。また、強化繊維基材は外面に開口した空隙を有し、強化繊維基材の表面の全面が溶融した樹脂で覆われていないので、フィルム状の樹脂を強化繊維基材に付着させたものと比べて柔軟性が高い。また、本発明に係る繊維強化樹脂中間材は、その内部に充分な空隙を有し、強化繊維基材は外面に開口した空隙を有しているから含浸性に富んでいる。かかる賦形性と同時に含浸性に富む繊維強化樹脂中間材を積層し加熱及び加圧することにより、複雑な形状であっても所望の繊維体積含有率を有し、ボイドなどの欠陥の少ない繊維強化樹脂成形体を成形することができる。

【図面の簡単な説明】

【００２０】

【図１】樹脂粉体を付着させた強化繊維基材（ａ）、樹脂粉体を融着させた強化繊維基材（ｂ）のミクロ組織を模式的に示す図面である。

【図２】樹脂粉体を融着させた強化繊維基材の表面を示す光学顕微鏡写真である。

【図３】樹脂粉体を融着させた強化繊維基材の表面を示す走査電子顕微鏡（SEM）写真である。

【図４】繊維強化樹脂中間材の樹脂粉体に由来する凹凸状の形態及び開口した空隙を有する形態に関する説明図である。

【図５】実施例の樹脂粉体が強化繊維基材の外面に付着した状態を示す光学顕微鏡写真である。

【発明を実施するための形態】

【００２１】

以下、本発明を実施するための形態について図面を基に説明する。本発明に係る繊維強化樹脂中間材は、強化繊維で形成される強化繊維基材の外面に樹脂粉体を付着させ、これを加熱して前記樹脂粉体が前記強化繊維基材の外面に、前記樹脂粉体に由来する凹凸状を有するとともに開口した空隙を有するように融着してなる。すなわち、本繊維強化樹脂中間材は、樹脂粉体がその粉体の形状、大きさ又は付着状態に由来する凹凸状の形態がなお残る程度に強化繊維基材に融着してなる。このため、加圧せずに加熱のみで樹脂粉体を強化繊維基材の外面に融着させる。樹脂粉体は表面積が大きいので加熱により溶融し易く、溶融した樹脂粉体同士はその表面張力で結合し易いため、樹脂粉体をこれに由来する凹凸状の外面を有するように強化繊維基材に融着させることができる。かかる繊維強化樹脂中間材は、強化繊維基材の内部に空隙を有するとともに、強化繊維基材の外面に開口した空

隙を有するので、取扱性、賦形性に優れる。また、繊維強化樹脂中間材を加熱し加圧して繊維強化成形品を成形する工程において、上記空隙を介して繊維強化樹脂中間材に含まれる空気を外部に容易に排出することができる。

【００２２】

上記繊維強化樹脂中間材は、以下に説明するように、樹脂粉体を強化繊維基材に付着させた後、その付着させた樹脂粉体を強化繊維基材の外面に形成された樹脂粉体の形状、大きさ又は付着状態に由来する凹凸状の形態が消失しない程度に加熱・溶融させることによって得ることができる。すなわち、樹脂粉体が完全に溶融して流動するような状態になると樹脂粉体に由来する凹凸状の外面が消失し、フィルム状の溶融樹脂が覆った状態になるので、そのような状態になる前の段階に止めることが重要である。

【００２３】

樹脂粉体の強化繊維基材への付着は、静電付着方法を使用するのがよい。樹脂粉体20の静電付着は、図１（ａ）に示すように樹脂粉体20が強化繊維基材10の外面に付着するように、樹脂粉体20を帯電させた状態で繊維基材に吹きつけて行う。この静電付着は溶媒などを用いないドライな状態で行われる。樹脂粉体20は、マクロ的に観察すれば強化繊維基材10の表面に均一の厚さ、均一の分布で付着しているのであるが、ミクロ的に観察すれば、図１（ａ）に示すように、束になった多数の強化繊維11から形成される強化繊維基材10の表面は、樹脂粉体20が一層又は複層に付着した部分があり、あるいは樹脂粉体20が付着していない部分がある。かかる部分は、強化繊維11の内部に存在する空隙が強化繊維基材10の外面に開口した状態になっており、強化繊維11は外面に開口した空隙を有する。このような状態は、強化繊維基材10を形成する強化繊維11の外径とその強化繊維基材10の嵩密度に基づいて、強化繊維基材10の繊維体積含有率が所定の値になるように、所定の平均粒径の樹脂粉体20を、強化繊維基材10に静電付着させることによって生じさせることができる。なお、強化繊維基材10への樹脂粉体20の付着は、単に樹脂粉体20を強化繊維基材10に吹き付けることによっても行うことができる。また、本発明において、強化繊維基材10の外面とは、強化繊維基材10の開放された表面をいう。

【００２４】

次に、樹脂粉体20が付着した強化繊維基材10を、樹脂粉体20の湿潤点以上の温度で樹脂粉体20が溶解して流動するが、樹脂粉体20の形状、大きさ又は付着状態に由来する凹凸状の外面が消失しない程度に加熱する。このように加熱された強化繊維基材10に付着した樹脂粉体20は、図１（ｂ）に示すような状態になっている。すなわち、樹脂粉体20は、溶解しているが強化繊維11の間をぬって強化繊維基材10の内部には含浸せず、強化繊維基材10に付着したその外面にほぼ留まっており、強化繊維基材10は外面に開口した空隙を有している状態になっている。図２はこのような様子を示す光学顕微鏡写真であり、図３はSEM写真である。図２によると、強化繊維基材10の外面は、樹脂粉体20の形状、大きさ又は付着状態に由来する凹凸状の状態が観察されるとともに、外面に開口した空隙が観察される。図３によると、樹脂粉体同士が溶融し、結合している状態が観察される。なお、溶融した樹脂粉体が強化繊維基材10の外面にほぼ留まった状態とは、溶融した樹脂粉体が強化繊維基材10の外面のみならず外面からわずかに含浸した状態をも含む意であり、その含浸深さは強化繊維基材10を形成する強化繊維11の数本分の深さ以下である。例えば、強化繊維11が外径7μmの炭素繊維からなる厚みが200μmの強化繊維基材10の場合は、含浸深さが20μm以下のものをいう。

【００２５】

図４に、樹脂粉体20が強化繊維基材10の外面に樹脂粉体20に由来する凹凸状を有するとともに開口した空隙を有するように融着してなる状態の他の例を示す。図４の例は、樹脂粉体20の溶融が図２又は図３の例よりも進んだ状態の例である。図４（ａ）はSEM写真、図４（ｂ）は図４（ａ）のAA線断面部を模式的に示す図面である。図４（ａ）において、白抜きの矢印は開口した空隙を示す。斜線入り矢印は凹凸の高さの大きい部分を示す。樹脂粉体20の形状、大きさ又は付着状態に由来する凹凸状とは、強化繊維基材10そのものの表面の凹凸でなく、図４（ｂ）に示すように強化繊維基材10に付着した樹脂粉体20の形状

、大きさ又は付着状態に由来する凹凸を意味する。その凹凸（凹凸の高さ：h1、h2、h3）は樹脂粉体10の平均粒径の1/2以上であるのがよい。

【００２６】

樹脂粉体20は、平均粒子径が1～500μmのものを使用することができ、熱可塑性樹脂からなる樹脂粉体又は熱硬化性樹脂からなる樹脂粉体を使用することができる。熱可塑性樹脂は、ポリカーボネート（PC）、ポリスルホン（PSU）、ポリエーテルスルホン（PES）、ポリアミドイミド（PAI）、ポリエーテルイミド（PEI）、ポリアミド系樹脂（PA６、PA11、PA66）、ポリブチレンテレフタレート（PBT）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、ポリフェニレンスルフィド（PPS）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）、ポリエーテルケトンケトン（PEKK）等を使用することができる。熱硬化性樹脂は、エポキシ樹脂、フェノール樹脂、ポリイミド樹脂、ポリアミドイミド樹脂、メラミン樹脂等を使用することができる。

【００２７】

強化繊維基材10は、強化繊維11を用いた繊条状若しくは織物状の強化繊維からなるもの、または、二次元若しくは三次元的にランダムに配向した不連続状の強化繊維からなるものを使用することができる。例えば、繊条状の強化繊維基材としてUDシートを使用することができ、織物状の強化繊維基材として平織、綾織又は朱子織りなどの織物を使用することができる。そして、強化繊維が炭素繊維である場合に、目付が20g/m^2～1000g/m^{2}であるものを使用することができる。本発明においては、様々の形態の強化繊維基材を使用することができる。なお、本発明において配向とは、いわゆる繊維の配向を意味するものから所定の形態に揃えられた配列までも含む広い意味で使用している。

【００２８】

強化繊維11は、炭素繊維が好ましく、ガラス繊維、天然繊維、アラミド繊維、ボロン繊維、ポリエチレン繊維、強化ポリプロピレン繊維を使用することができる。

【００２９】

本発明において樹脂粉体20は、強化繊維11の外径の1/5～30倍の平均粒径を有する粉体を使用するのがよい。このような平均粒径の樹脂粉体20は、強化繊維基材10に静電付着させ易いという利点がある。なお、樹脂粉体20の平均粒径は、使用する樹脂の種類、密度、粘度、繊維の外形、および最終の繊維体積含有率に合せて適宜選定される。

【００３０】

本維強化樹脂中間材の炭素繊維の繊維体積含有率Vfは、20％～70％、好ましくは30%～65%、より好ましくは35%～60％である。繊維体積含有率Vfは高いほど、物理的特性は高くなるが、高すぎると含浸が困難になる。一方、繊維体積含有率Vfが低いと十分な物理的特性が得られなくなる。なお、繊維体積含有率Vfが低くなると表面に付着させる樹脂量を多くする必要があり、外面に開口した空隙を有してなる繊維強化樹脂中間材を製造するためには基材の目付けを小さくする必要がある。

【００３１】

以上、本発明に係る繊維強化樹脂中間材について説明した。本繊維強化樹脂中間材は、所定の型内に積層して、加熱及び加圧されて所定の形状の繊維強化樹脂成形体に形成することができる。本繊維強化樹脂中間材を使用することにより、繊維体積含有率が15～70%、ボイド率が1.5%以下、さらにはボイド率が0.5%以下の繊維強化樹脂成形体を成形することができる。本発明においては、繊維強化樹脂中間材は、外面に開口した空隙を有する状態で樹脂が融着し、その強化繊維基材は圧密化していない状態にある。このため、強化繊維基材に融着した樹脂を加熱して溶融させ、加圧してその溶融樹脂を強化繊維基材内に含浸させる時に強化繊維基材の内部に存在する空気が抜ける孔が確保されているとともに、溶融樹脂が強化繊維基材の間を通過し易いので含浸性が向上し、従来よりも高い繊維体積含有率を有する繊維強化樹脂成形体を得ることができる。

【００３２】

上記の繊維強化樹脂中間材は以下の様に成形することができる。すなわち、強化繊維基材を形成する強化繊維の外径とその強化繊維基材の嵩密度に基づいて、前記強化繊維基材

の繊維体積含有率が所定の値になるように、所定の平均粒径の樹脂粉体を前記強化繊維基材に静電付着させることにより、強化繊維基材の外面に樹脂粉体が融着し、その強化繊維基材が外面に開口した空隙を有してなる繊維強化樹脂中間材を成形することができる。

【実施例１】

【００３３】

炭素繊維からなる強化繊維基材にポリアミド（PA6）樹脂粉体を融着させた繊維強化樹脂中間材を作製し、これを積層し、加熱・加圧、その後に冷却することにより、板状の繊維強化樹脂成形体を作製する試験を行った。強化繊維基材は、直径7μmの炭素繊維束（3千本）を平織りした目付が198g/m^2の織物を使用して作製した。強化繊維基材に付着させた粉体状の樹脂は、平均粒径50μmのPA6樹脂粉体を用いた。

【００３４】

上記炭素繊維基材に、PA6樹脂粉体を繊維体積含有率が60％となるように静電付着させた。図５に、強化繊維基材にPA6樹脂粉体を静電付着させた直後の表面状態の光学顕微鏡写真を示す。強化繊維基材の表面は、いまなおまだらであるが、粉雪に敷き詰められた様に観察される。PA6樹脂粉体の付着後速やかに赤外線ヒータを用いてPA6樹脂粉体を溶融させて強化繊維基材に融着させ、繊維強化樹脂中間材を作製した。作製された繊維強化樹脂中間材の表面は、粉体の形状、大きさ又は付着状態に由来する凹凸状の外面を有する状態でPA6樹脂粉体が炭素繊維束の表面に融着しており強化繊維基材はPA6樹脂によって外面に開口した空隙を有していた。作製された繊維強化樹脂中間材の厚みは250μmであった。

【００３５】

上記繊維強化樹脂中間材を260℃まで加熱した金型内に10枚積層し、その温度を維持しながら3MPaで加圧した。加圧時間は70秒であった。その後金型を冷却し、成形された繊維強化樹脂成形体を取り出した。上記加熱・加圧により繊維強化樹脂中間材に融着した樹脂が繊維強化基材の中に含浸したことにより、成形された繊維強化樹脂成形体はボイド率が0.5%以下であった。

【実施例２】

【００３６】

本繊維強化樹脂中間材の純曲げ試験を行って最小曲率半径を求める試験を行った。最小曲率半径とは、常温下で前記繊維強化樹脂中間材を曲げた際に破断・折損するときの曲率半径をいう。純曲げ試験は、三軸織物複合材料の力学的特性に関する研究（著者：吉田啓史郎、http://repository.dl.itc.u-tokyo.ac.jp/dspace/handle/2261/42889）の純曲げ試験方法に従った。繊維強化樹脂中間材は、開繊された炭素繊維又は開繊されていない炭素繊維の平織織物にPA6樹脂粉体を静電付着し、外面に融着させて作製した（発明例１及び２）。比較例として、開繊されていない炭素繊維の平織織物にフィルム状のPA6樹脂を貼付し、加熱・加圧して、PA6樹脂を含浸させて作製したものについても同様な純曲げ試験を行った。PA6樹脂粉体は、実施例１と同様のものを使用した。

【００３７】

純曲げ試験の結果を表１に示す。表１において、発明例１及び２の繊維体積含有率は、本繊維強化樹脂中間材を所定の型内に積層し、加熱及び加圧して所定形状の繊維強化樹脂成形体が得られるとしたときの繊維体積含有率を示している。表１に示すように、本発明に係る繊維強化樹脂中間材の最小曲げ半径は小さく、繊維強化樹脂中間材は柔軟性に優れていることを示している。

【００３８】

【表１】

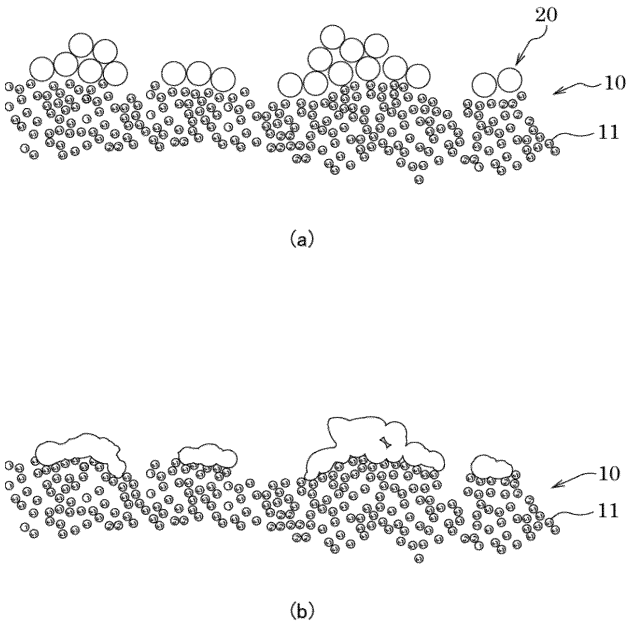
	曲げ試験曲率半径R mm	強化繊維基材		
		開繊	繊維体積含有率Vf %	厚さ μm
発明例１	R2で問題なし	有	50	200
発明例２	R2で問題なし	なし	50	300
比較例	R20で亀裂、破損	有	50	250

【符号の説明】

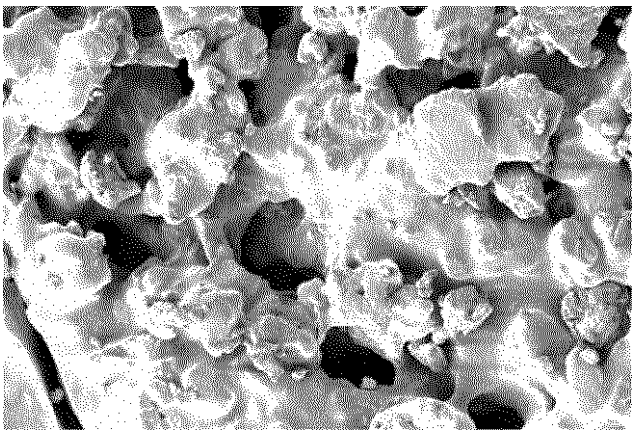
【００３９】

10　強化繊維基材
11　強化繊維
20　樹脂粉体

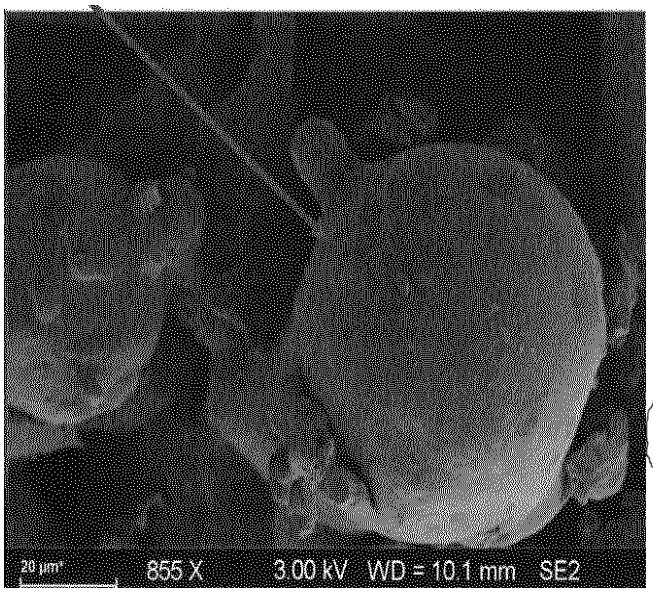
【図１】



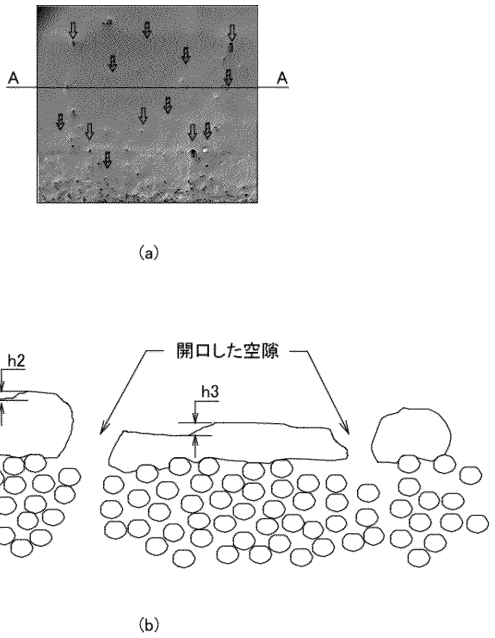
【図２】



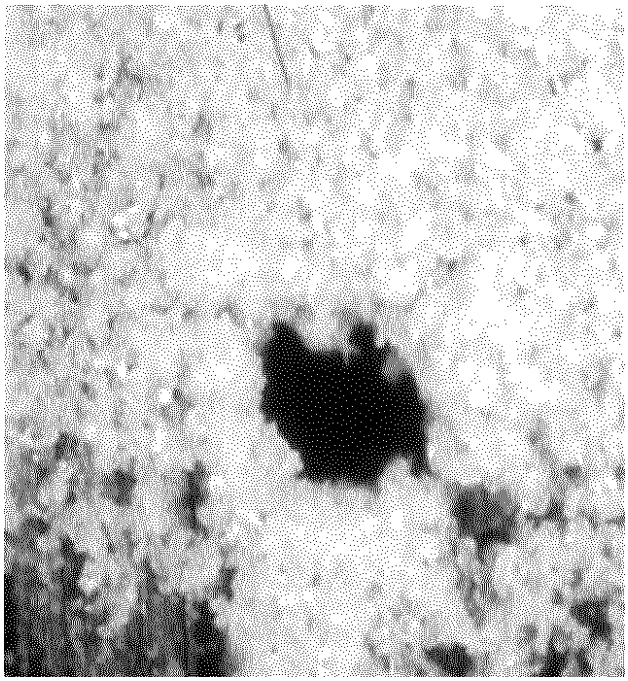
【図３】



【図４】



【図５】



【手続補正書】
【提出日】平成29年9月1日(2017.9.1)
【手続補正１】
【補正対象書類名】特許請求の範囲
【補正対象項目名】全文
【補正方法】変更
【補正の内容】
【特許請求の範囲】
【請求項１】
強化繊維で形成される強化繊維基材の外面に樹脂粉体を付着させ、これを加熱して前記樹脂粉体が前記強化繊維基材の外面に、前記樹脂粉体に由来する凹凸状を有するとともに開口した空隙を有するように融着してなる繊維強化樹脂中間材。
【請求項２】
強化繊維基材に付着させる樹脂粉体は、平均粒子径が1～500μmである請求項１に記載の繊維強化樹脂中間材。
【請求項３】
強化繊維基材に樹脂粉体が融着した凹凸状の部分は、その樹脂粉体の平均粒径の1/2以上の凹凸を有する請求項１又は２に記載の繊維強化樹脂中間材。
【請求項４】
強化繊維基材は、強化繊維が炭素繊維からなり目付が20～1000g/m^2である請求項１～３の何れか一項に記載の繊維強化樹脂中間材。
【請求項５】
炭素繊維で形成される強化繊維基材の外面に樹脂粉体を付着させ、これを加熱して前記樹脂粉体が前記強化繊維基材の外面に開口した空隙を有するように融着してなる繊維強化樹脂中間材であって、
前記繊維強化樹脂中間材の最小曲率半径が、その厚みの20倍以内である繊維強化樹脂中間材。
ここで、最小曲率半径とは、常温下で前記繊維強化樹脂中間材を曲げた際に破断・折損するときの曲率半径をいう。
【請求項６】
強化繊維で形成される強化繊維基材の外面に樹脂粉体を付着させ、これを加熱して前記樹脂粉体が溶融して前記強化繊維基材の外面に融着した繊維強化樹脂中間材。
ここで、強化繊維基材の外面に融着とは、溶融した樹脂粉体が外面に留まって開口した空隙を有して融着した状態をいう。
【請求項７】
樹脂粉体が強化繊維基材の外面に開口した空隙を有するように融着してなる繊維強化樹脂中間材の成形方法であって、
前記強化繊維基材を形成する強化繊維の外径とその強化繊維基材の嵩密度に基づいて、前記強化繊維基材の繊維体積含有率が所定の値になるように、所定の平均粒径の樹脂粉体を前記強化繊維基材に付着させて成形する繊維強化樹脂中間材の成形方法。

フロントページの続き

(72)発明者　二山　拓也
広島県広島市安芸区船越南一丁目６番１号　株式会社日本製鋼所内
(72)発明者　岩本　拓也
広島県広島市安芸区船越南一丁目６番１号　株式会社日本製鋼所内
(72)発明者　井上　茂樹
広島県広島市安芸区船越南一丁目６番１号　株式会社日本製鋼所内

Ｆターム(参考) 4F072 AA04 AA08 AB10 AB28 AB34 AD44 AG03 AG17 AH05 AJ03
AJ37 AK06 AL02
4F204 AA28 AA34 AA37 AA39 AA40 AC04 AD16 AG03 AH17 AH31
AM32 AR12 AR15 FA01 FB01 FF01 FF05 FG02 FG09 FN11
FN15