

(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2018-178089

(P2018-178089A)

(43) 公開日 平成30年11月15日(2018.11.15)

(51) Int.Cl.

C08J 5/24 (2006.01)

F I

C08J 5/24 C E R

テーマコード (参考)

4 F 0 7 2

審査請求 未請求 請求項の数 5 O L (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2018-57749 (P2018-57749)  
 (22) 出願日 平成30年3月26日 (2018.3.26)  
 (31) 優先権主張番号 特願2017-73451 (P2017-73451)  
 (32) 優先日 平成29年4月3日 (2017.4.3)  
 (33) 優先権主張国 日本国 (JP)

(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1番1号  
 (72) 発明者 赤瀬 直也  
 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 前田 高伸  
 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) 4F072 AA04 AA07 AA09 AB10 AB28  
 AB33 AB34 AD08 AD27 AD28  
 AE01 AE02 AF29 AF31 AG03  
 AH02 AH44 AH49 AJ22 AK14  
 AL01 AL02

(54) 【発明の名称】 クロスプリプレグ

## (57) 【要約】

【課題】炭素繊維二方向クロスに用いて、CFRP表面のピンホールの発生を抑制し外観品位と力学特性に優れるCFRPを成形できるクロスプリプレグを提供する。

【解決手段】炭素繊維二方向クロスにマトリックス樹脂が含浸されてなるクロスプリプレグであって、下記[A]、[B]、[C]を満足するクロスプリプレグ。

[A] 炭素繊維二方向クロスの目付が $100 \sim 800 \text{ g/m}^2$

[B] クロスプリプレグの目隙率が2.0%以下

[C] ウォーターピックアップ法で測定した含浸率が97.0質量%以上

【選択図】なし

**【特許請求の範囲】****【請求項 1】**

炭素繊維二方向クロスにマトリックス樹脂が含浸されてなるクロスプリプレグであって、下記 [ A ]、[ B ]、[ C ] を満足するクロスプリプレグ。

[ A ] 炭素繊維二方向クロスの目付が  $100 \sim 800 \text{ g/m}^2$

[ B ] クロスプリプレグの目隙率が 2 . 0 % 以下

[ C ] ウォーターピックアップ法で測定した含浸率が 97 . 0 質量 % 以上

**【請求項 2】**

クロスプリプレグの繊維密度が  $10 \sim 20 \text{ 本/25 mm}$  である請求項 1 に記載のクロスプリプレグ。

10

**【請求項 3】**

マトリックス樹脂の  $100^\circ\text{C}$  における粘度が  $1 \sim 10 \text{ Pa} \cdot \text{s}$  である請求項 1 または 2 に記載のクロスプリプレグ。

**【請求項 4】**

クロスプリプレグ中のマトリックス樹脂の質量含有率が 30 ~ 50 質量 % である請求項 1 から 3 のいずれかに記載のクロスプリプレグ。

**【請求項 5】**

炭素繊維二方向クロスに用いられる炭素繊維ストランドのフィラメント数が  $1000 \sim 3000 \text{ 本}$  である請求項 1 から 4 のいずれかに記載のクロスプリプレグ。

20

**【発明の詳細な説明】****【技術分野】****【0001】**

本発明は、スポーツ用途、航空宇宙用途、一般産業用途にて使用されるプリプレグに関し、特に外観品位が良好な繊維強化複合材料を提供することができる、炭素繊維を二方向に配したクロスを用いたプリプレグに関するものである。

**【背景技術】****【0002】**

繊維強化複合材料（以下、FRP という）は、軽量かつ高強度、高剛性であるため、釣り竿やゴルフシャフト等のスポーツ・レジャー用途、自動車や航空機等の産業用途などの幅広い分野で用いられている。中でも、クロスは、成形表面に現れる織り目模様を利用した意匠性材料としても需要が高まっている。

30

**【0003】**

しかしクロスを用いた成形物は、成形品の表面にピンホールと呼ばれる欠陥が発生しやすく、平滑な表面を得るためには、成形品表面の補修が必要であるため、成形品の表面品位改善が望まれている。

**【0004】**

クロス成形品表面のピンホールの発生は、成形品の成形方法や成形条件に大きく依存することが知られている。

**【0005】**

特許文献 1 には、強化繊維への熱硬化性樹脂の含浸性をコントロールすることにより、通気パスを形成し、オートクレーブを用いない大気圧下のオープン成形であっても、樹脂枯れ、ピンホールの発生、未含浸部分の発生が抑えられたスキン材を形成できるプリプレグが開示されている。

40

**【0006】**

また、特許文献 2 には、発泡ビーズを含有するセミ含浸プリプレグを用いた、真空バッグ成形による CFRP の製造方法が提案されている。

**【先行技術文献】****【特許文献】****【0007】**

50

【特許文献 1】特開 2 0 0 7 - 9 9 9 6 6 号公報

【特許文献 2】特開 2 0 0 4 - 5 9 8 7 2 号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0008】

特許文献 1 の方法を用いることによって、外部から加圧を行うオートクレーブ成形を行わなくても、ピンホールが発生が低減できるが、成形時間が長くなるという問題があった。

【0009】

また、特許文献 2 のプリプレグを用いることで、短時間でピンホールのない成形品を得ることができるが、発泡ビーズは一般的な熱硬化性樹脂に比べて弾性率が低いため、得られる成形品の強度が低下するおそれがあった。

【0010】

本発明の目的は、炭素繊維二方向クロスにおいて、短い成形時間でもピンホールがなく、強度に優れた炭素繊維強化複合材料を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0011】

前記課題を解決するために、本発明は以下の構成からなる。

【0012】

炭素繊維二方向クロスにマトリックス樹脂が含浸されてなるクロスプリプレグであって、下記 [ A ]、[ B ]、[ C ] を満足するクロスプリプレグ。

[ A ] 炭素繊維二方向クロスの目付が  $100 \sim 800 \text{ g/m}^2$

[ B ] クロスプリプレグの目隙率が 2 . 0 % 以下

[ C ] ウォーターピッキング法で測定した含浸率が 97 . 0 質量 % 以上

【発明の効果】

【0013】

本発明によれば、表面品位と力学特性に優れた炭素繊維強化複合材料（以下、CFRP という）が得られる。

【発明を実施するための形態】

【0014】

本発明の強化繊維は、軽量かつ高剛性な FRP が得られるため、炭素繊維であることが必要である。炭素繊維としては、特に限定されるものではなく、ピッチ系、ポリアクリロニトリル系などの炭素繊維が用いることができ、これらの繊維を 2 種以上混合して用いても構わない。この中で、引張強度が高いクロスプリプレグが得られやすいポリアクリロニトリル系炭素繊維を用いることが好ましい。また、炭素繊維は、炭素繊維をストランドにして用いてもよく、ストランドのフィラメント数は、 $1000 \sim 3000$  本であることが好ましい。

【0015】

本発明の二方向クロスとは、一方向に配向している主たる各繊維束（以下、縦系という）に対して縦系と異なる角度で繊維束（以下、横系という）を通したものである。2 方向クロスとしては、特に限定されるものではなく、平織り、綾織り、縹子織り等を用いることができる。この中で、平織を用いることが好ましい。

【0016】

本発明のクロスプリプレグは、繊維目付が  $100 \sim 800 \text{ g/m}^2$  であることが必要であり、 $200 \sim 400 \text{ g/m}^2$  であることが好ましい。繊維目付を  $800 \text{ g/m}^2$  以下とすることにより、賦型性に優れたクロスプリプレグが得られやすく、特に  $400 \text{ g/m}^2$  以下では、複雑な形状の金型に賦形しやすくなるため好ましい。また、繊維目付を  $100 \text{ g/m}^2$  以上とすることにより、クロスの目隙や目曲がりを抑制しやすく、特に、 $200 \text{ g/m}^2$  以上では、成形時の積層枚数が低減できることから、成形コストを低減したり成形作業の効率を向上しやすいため好ましい。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 1 7 】

本発明のクロスプリプレグに使用する炭素繊維二方向クロスは、繊維密度が 1 0 ~ 2 0 本 / 2 5 m m であることが好ましく、 1 2 ~ 1 6 本 / 2 5 m m であることがより好ましい。繊維密度を 2 0 本 / 2 5 m m 以下とすることにより、賦型性に優れたクロスプリプレグが得られるやすい。また、繊維密度を 1 0 本 / 2 5 m m 以上とすることにより、クロスプリプレグの目隙や、目曲がりを抑制しやすい。

## 【 0 0 1 8 】

本発明のクロスプリプレグ中のマトリックス樹脂の質量含有率は、 3 0 ~ 5 0 質量 % であることが好ましく、より好ましくは、 4 0 ~ 4 5 質量 % である。マトリックス樹脂の質量含有率を 3 0 質量 % 以上とすることにより、クロスプリプレグ表面にマトリックス樹脂層が残りやすくなり、得られる成形品表面に樹脂硬化物が均一に存在しやすくなるため、表面品位に優れた成形品が得られやすい。特に、マトリックス樹脂の質量含有率を 4 0 質量 % 以上とすることで、成形時にマトリックス樹脂が流動しやすくなるため、ピンホールを低減しやすくなる。また、マトリックス樹脂の質量含有率を 5 0 質量 % 以下とすることにより、クロスプリプレグの製造時にマトリックス樹脂のはみ出し量を抑えられるため、安定した目付を有し、力学特性が優れたクロスプリプレグが得られる。また、表面のマトリックス樹脂量をコントロールすることができるため、意匠性に優れた成形体が得られやすい。

## 【 0 0 1 9 】

本発明のクロスプリプレグに用いられるマトリックス樹脂は、特に限定されるものではないが、熱硬化性樹脂であることが好ましい。かかる熱硬化性樹脂としては、例えば、エポキシ樹脂、不飽和ポリエステル樹脂、ビニルエステル樹脂、ベンゾオキサジン樹脂、フェノール樹脂、尿素樹脂、メラミン樹脂および熱硬化性ポリイミド樹脂等が挙げられ、これらの変性体および 2 種類以上ブレンドした樹脂なども用いることができる。また、これらの熱硬化性樹脂は、加熱により自己硬化するものであっても良いし、硬化剤や硬化促進剤などを配合するものであっても良い。

## 【 0 0 2 0 】

エポキシ樹脂としては、特に限定されるものではなく、ビスフェノール型エポキシ樹脂、アミン型エポキシ樹脂、フェノールノボラック型エポキシ樹脂、クレゾールノボラック型エポキシ樹脂、レゾルシノール型エポキシ樹脂、フェノールアラルキル型エポキシ樹脂、ナフトールアラルキル型エポキシ樹脂、ジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂、ビフェニル骨格を有するエポキシ樹脂、イソシアネート変性エポキシ樹脂、テトラフェニルエタン型エポキシ樹脂、トリフェニルメタン型エポキシ樹脂などの中から 1 種以上を選択して用いることができる。

## 【 0 0 2 1 】

ここで、ビスフェノール型エポキシ樹脂とは、ビスフェノール化合物の 2 つのフェノール性水酸基がグリシジル化されたものであり、ビスフェノール A 型、ビスフェノール F 型、ビスフェノール A D 型、ビスフェノール S 型、もしくはこれらビスフェノールのハロゲン、アルキル置換体、水添品等が挙げられる。また、単量体に限らず、複数の繰り返し単位を有する高分子量体も好適に使用することができる。

## 【 0 0 2 2 】

かかるビスフェノール A 型エポキシ樹脂の市販品としては、“ j E R (登録商標)” 8 2 5、8 2 8、8 3 4、1 0 0 1、1 0 0 2、1 0 0 3、1 0 0 3 F、1 0 0 4、1 0 0 4 A F、1 0 0 5 F、1 0 0 6 F S、1 0 0 7、1 0 0 9、1 0 1 0 (以上、三菱ケミカル(株)製)などが挙げられる。臭素化ビスフェノール A 型エポキシ樹脂としては、“ j E R (登録商標)” 5 0 5、5 0 5 0、5 0 5 1、5 0 5 4、5 0 5 7 (以上、三菱ケミカル(株)製)などが挙げられる。水添ビスフェノール A 型エポキシ樹脂の市販品としては、S T 5 0 8 0、S T 4 0 0 0 D、S T 4 1 0 0 D、S T 5 1 0 0 (以上、新日鉄住金化学(株)製)などが挙げられる。

## 【 0 0 2 3 】

前記ビスフェノールF型エポキシ樹脂の市販品としては、“j E R（登録商標）” 8 0 6、8 0 7、4 0 0 2 P、4 0 0 4 P、4 0 0 7 P、4 0 0 9 P、4 0 1 0 P（以上、三菱ケミカル（株）製）、“エポトート（登録商標）” Y D F 2 0 0 1、Y D F 2 0 0 4（以上、新日鉄住金化学（株）製）などが挙げられる。テトラメチルビスフェノールF型エポキシ樹脂としては、Y S L V - 8 0 X Y（新日鉄住金化学（株）製）などが挙げられる。

【 0 0 2 4 】

かかるビスフェノールS型エポキシ樹脂としては、“エピクロン（登録商標）” E X A - 1 5 4（D I C（株）製）などが挙げられる。

【 0 0 2 5 】

中でも、弾性率、靱性と耐熱性のバランスが良いことから、ビスフェノールA型エポキシ樹脂、ビスフェノールF型エポキシ樹脂、ビスフェノールS型エポキシ樹脂が好ましい。

【 0 0 2 6 】

かかるアミン型エポキシ樹脂としては、例えば、テトラグリシジルジアミノジフェニルメタン、トリグリシジルアミノフェノール、トリグリシジルアミノクレゾール、テトラグリシジルキシリレンジアミンや、これらのハロゲン、アルキノール置換体、水添品などが挙げられる。

【 0 0 2 7 】

かかるテトラグリシジルジアミノジフェニルメタンとしては、“スミエポキシ（登録商標）” E L M 4 3 4（住友化学（株）製）、Y H 4 3 4 L（新日鉄住金化学（株）製）、“j E R（登録商標）” 6 0 4（三菱ケミカル（株）製）、“アラルダイド（登録商標）” M Y 7 2 0、M Y 7 2 1（以上、ハンツマン・アドバンズド・マテリアルズ（株）製）などが挙げられる。トリグリシジルアミノフェノールまたはトリグリシジルアミノクレゾールとしては、“スミエポキシ（登録商標）” E L M 1 0 0、E L M 1 2 0（以上、住友化学（株）製）、“アラルダイド（登録商標）” M Y 0 5 0 0、M Y 0 5 1 0、M Y 0 6 0 0（以上、ハンツマン・アドバンズド・マテリアルズ（株）製）、“j E R（登録商標）” 6 3 0（三菱ケミカル（株）製）などが挙げられる。テトラグリシジルキシリレンジアミンおよびその水素添加品として、T E T R A D - X、T E T R A D - C（以上、三菱ガス化学（株）製）などが挙げられる。

【 0 0 2 8 】

かかるフェノールノボラック型エポキシ樹脂の市販品としては“j E R（登録商標）” 1 5 2、1 5 4（以上、三菱ケミカル（株）製）、“エピクロン（登録商標）” N - 7 4 0、N - 7 7 0、N - 7 7 5（以上、D I C（株）製）などが挙げられる。

【 0 0 2 9 】

かかるクレゾールノボラック型エポキシ樹脂の市販品としては、“エピクロン（登録商標）” N - 6 6 0、N - 6 6 5、N - 6 7 0、N - 6 7 3、N - 6 9 5（以上、D I C（株）製）、E O C N - 1 0 2 0、E O C N - 1 0 2 S、E O C N - 1 0 4 S（以上、日本化薬（株）製）などが挙げられる。

【 0 0 3 0 】

かかるレゾルシノール型エポキシ樹脂の具体例としては、“デナコール（登録商標）” E X - 2 0 1（ナガセケムテックス（株）製）などが挙げられる。

【 0 0 3 1 】

かかるジシクロペンタジエン型エポキシ樹脂の市販品としては“エピクロン（登録商標）” H P - 7 2 0 0、H P - 7 2 0 0 L、H P - 7 2 0 0 H、H P - 7 2 0 0 H H、H P - 7 2 0 0 H H H（以上、D I C（株）製）、“T a c t i x（登録商標）” 5 5 8（ハンツマン・アドバンスト・マテリアル（株）製）、X D - 1 0 0 0 - 1 L、X D - 1 0 0 0 - 2 L（以上、日本化薬（株）製）などが挙げられる。

【 0 0 3 2 】

かかるビフェニル骨格を有するエポキシ樹脂の市販品としては、“j E R（登録商標）”

10

20

30

40

50

” Y X 4 0 0 0 H、Y X 4 0 0 0、Y L 6 6 1 6（以上、三菱ケミカル（株）製）、N C - 3 0 0 0（日本化薬（株）製）などが挙げられる。

【 0 0 3 3 】

かかるイソシアネート変性エポキシ樹脂の市販品としては、オキサゾリドン環を有する X A C 4 1 5 1、A E R 4 1 5 2（旭化成エポキシ（株）製）や A C R 1 3 4 8（（株）A D E K A 製）などが挙げられる。

【 0 0 3 4 】

かかるテトラフェニルエタン型エポキシ樹脂の市販品としては、テトラキス（グリシジルオキシフェニル）エタン型エポキシ樹脂である “ j E R（登録商標） ” 1 0 3 1（三菱ケミカル（株）製）などが挙げられる。

10

【 0 0 3 5 】

かかるトリフェニルメタン型エポキシ樹脂の市販品としては、“ タクチックス（登録商標） ” 7 4 2（ハンツマン・アドバンスド・マテリアルズ（株）製）などが挙げられる。

【 0 0 3 6 】

不飽和ポリエステル樹脂としては、 $\alpha$ 、 $\beta$ -不飽和ジカルボン酸を含む酸成分とアルコールとを反応させて得られる不飽和ポリエステルを、重合性不飽和単量体に溶解したものが挙げられる。 $\alpha$ 、 $\beta$ -不飽和ジカルボン酸としては、マレイン酸、フマル酸、イタコン酸等及びこれらの酸無水物等の誘導体等が挙げられ、これらは2種以上を併用してもよい。また、必要に応じて $\alpha$ 、 $\beta$ -不飽和ジカルボン酸以外の酸成分としてフタル酸、イソフタル酸、テレフタル酸、テトラヒドロフタル酸、アジピン酸、セバシン酸等の飽和ジカルボン酸及びこれらの酸無水物等の誘導体を $\alpha$ 、 $\beta$ -不飽和ジカルボン酸と併用してもよい。アルコールとしては、エチレングリコール、ジエチレングリコール、プロピレングリコール、ジプロピレングリコール、1,2-プロパンジオール、1,2-ブタンジオール、1,3-ブタンジオール、1,4-ブタンジオール等の脂肪族グリコール、シクロペンタンジオール、シクロヘキサジオール等の脂環式ジオール、水素化ビスフェノールA、ビスフェノールAプロピレンオキシド（1～100モル）付加物、キシレングリコール等の芳香族ジオール、トリメチロールプロパン、ペンタエリスリトール等の多価アルコール等が挙げられ、これらの2種以上を併用してもよい。不飽和ポリエステル樹脂の具体例としては、例えば、フマル酸又はマレイン酸とビスフェノールAのエチレンオキシド（以下、EOと略す。）付加物との縮合物、フマル酸又はマレイン酸とビスフェノールAのプロピレンオキシド（以下、POと略す。）付加物との縮合物及びフマル酸又はマレイン酸とビスフェノールAのEO及びPO付加物（EO及びPOの付加は、ランダムでもブロックでもよい）との縮合物等が含まれ、これらの縮合物は必要に応じてスチレン等のモノマーに溶解したものでよい。不飽和ポリエステル樹脂の市販品としては、“ ユピカ（登録商標） ”（日本ユピカ（株）製）、“ リゴラック（登録商標） ”（昭和電工（株）製）、“ ポリセット（登録商標） ”（日立化成工業（株）製）等が挙げられる。

20

30

【 0 0 3 7 】

ビニルエステル樹脂としては、前記エポキシ樹脂と $\alpha$ 、 $\beta$ -不飽和モノカルボン酸とをエステル化させることで得られるエポキシ（メタ）アクリレートが挙げられる。 $\alpha$ 、 $\beta$ -不飽和モノカルボン酸としては、アクリル酸、メタクリル酸、クロトン酸、チグリン酸及び桂皮酸等が挙げられ、これらの2種以上を併用してもよい。ビニルエステル樹脂の具体例としては、例えば、ビスフェノール型エポキシ樹脂（メタ）アクリレート変性物（ビスフェノールA型エポキシ樹脂のエポキシ基と（メタ）アクリル酸のカルボキシル基とが反応して得られる末端（メタ）アクリレート変性樹脂等）等が含まれ、これらの変性物は必要に応じてスチレン等のモノマーに溶解したものでよい。ビニルエステル樹脂の市販品としては、“ ディックライト（登録商標） ”（DIC（株）製）、“ ネオポール（登録商標） ”（日本ユピカ（株）製）、“ リポキシ（登録商標） ”（昭和高分子（株）製）等が挙げられる。

40

【 0 0 3 8 】

ベンゾオキサジン樹脂としては、o-クレゾールアニリン型ベンゾオキサジン樹脂、m

50

- クレゾールアニリン型ベンゾオキサジン樹脂、p - クレゾールアニリン型ベンゾオキサジン樹脂、フェノール - アニリン型ベンゾオキサジン樹脂、フェノール - メチルアミン型ベンゾオキサジン樹脂、フェノール - シクロヘキシルアミン型ベンゾオキサジン樹脂、フェノール - m - トルイジン型ベンゾオキサジン樹脂、フェノール - 3, 5 - ジメチルアニリン型ベンゾオキサジン樹脂、ビスフェノール A - アニリン型ベンゾオキサジン樹脂、ビスフェノール A - アミン型ベンゾオキサジン樹脂、ビスフェノール F - アニリン型ベンゾオキサジン樹脂、ビスフェノール S - アニリン型ベンゾオキサジン樹脂、ジヒドロキシジフェニルスルホン - アニリン型ベンゾオキサジン樹脂、ジヒドロキシジフェニルエーテル - アニリン型ベンゾオキサジン樹脂、ベンゾフェノン型ベンゾオキサジン樹脂、ビフェニル型ベンゾオキサジン樹脂、ビスフェノール AF - アニリン型ベンゾオキサジン樹脂、ビスフェノール A - メチルアニリン型ベンゾオキサジン樹脂、フェノール - ジアミノジフェニルメタン型ベンゾオキサジン樹脂、トリフェニルメタン型ベンゾオキサジン樹脂、およびフェノールフタレイン型ベンゾオキサジン樹脂などが挙げられる。ベンゾオキサジン樹脂の市販品としては、BF - BXZ、BS - BXZ、BA - BXZ (以上、小西化学工業(株)製)等が挙げられる。

10

20

30

40

50

**【0039】**

フェノール樹脂としては、フェノール、クレゾール、キシレノール、t - ブチルフェノール、ノニルフェノール、カシュー油、リグニン、レゾルシン及びカテコール等のフェノール類と、ホルムアルデヒド、アセトアルデヒド及びフルフラール等のアルデヒド類との縮合により得られる樹脂が挙げられ、ノボラック樹脂やレゾール樹脂等が挙げられる。ノボラック樹脂は、シュウ酸等の酸触媒存在下で、フェノールとホルムアルデヒドとを同量又はフェノール過剰の条件で反応させることで得られる。レゾール樹脂は、水酸化ナトリウム、アンモニア又は有機アミン等の塩基触媒の存在下で、フェノールとホルムアルデヒドとを同量又はホルムアルデヒド過剰の条件で反応させることにより得られる。フェノール樹脂の市販品としては、“スミライトレジン(登録商標)”(住友ベークライト(株)製)、レヂトップ(群栄化学工業(株)製)、“AVライト(登録商標)”(旭有機材工業(株)製)等が挙げられる。

**【0040】**

尿素樹脂としては、尿素とホルムアルデヒドとの縮合によって得られる樹脂が挙げられる。尿素樹脂の市販品としては、UA - 144((株)サンベーク製)等が挙げられる。

**【0041】**

メラミン樹脂としては、メラミンとホルムアルデヒドとの重縮合により得られる樹脂が挙げられる。メラミン樹脂の市販品としては、“ニカラック(登録商標)”((株)三和ケミカル製)等が挙げられる。

**【0042】**

熱硬化性ポリイミド樹脂としては、少なくとも主構造にイミド環を含み、かつ末端又は主鎖内にフェニルエチニル基、ナジイミド基、マレイミド基、アセチレン基等から選ばれるいずれか一つ以上を含む樹脂が挙げられる。ポリイミド樹脂の市販品としては、PETI - 330(宇部興産(株)製)等が挙げられる。

**【0043】**

これらの熱硬化性樹脂の中でも、耐熱性、力学特性および炭素繊維との接着性のバランスに優れていることから、エポキシ樹脂と硬化剤および/または硬化促進剤から構成されるエポキシ樹脂組成物が好ましく用いられる。

**【0044】**

かかる硬化剤としては、特に限定されるものではないが、芳香族アミンや脂環式アミンなどのアミン、フェノール樹脂、ジシアングリアミドまたはその誘導体、酸無水物、ポリアミノアミド、有機酸ヒドラジド、イソシアネートを用いてもよい。

**【0045】**

かかる芳香族アミンとしては、キシレンジアミン、ジアミノジフェニルメタン、フェニレンジアミン、ジアミノジフェニルスルホン等が挙げられる。

かかるフェノール樹脂としては、上記フェノール樹脂で例示されたものを任意に用いることができる。

【0046】

これらの中でも、耐熱性に優れることから芳香族アミンやフェノール樹脂から選ばれる少なくとも1種を用いることが好ましく、耐熱性、保存安定性、力学特性のバランスに優れていることからより好ましくはジアミノジフェニルスルホンを用いることである。

【0047】

また、かかる硬化剤の総量は、全エポキシ樹脂成分のエポキシ基1当量に対し、活性水素基が0.6~2.0当量の範囲となる量を含むことが好ましく、より好ましくは0.7~1.5当量の範囲となる量を含むことである。ここで、活性水素基とは、硬化剤成分のエポキシ基と反応しうる官能基を意味し、活性水素基が0.6当量以上にするにより、反応率、耐熱性、弾性率、塑性変形能力に優れる樹脂硬化物が得られやすく、また、ガラス転移温度、強度、耐衝撃性に優れる繊維強化複合材料が得られやすい。また、活性水素基が2.0以下にするにより、反応率、耐熱性、弾性率に優れる樹脂硬化物が得られやすく、また、ガラス転移温度と強度に優れる繊維強化複合材料が得られやすい。

10

【0048】

かかる硬化促進剤としては、ウレア化合物、第三級アミンとその塩、イミダゾールとその塩、トリフェニルホスフィンまたはその誘導体、カルボン酸金属塩や、ルイス酸類やブレンステッド酸類とその塩類などが挙げられる。中でも、保存安定性と触媒能力のバランスから、ウレア化合物が好適に用いられる。

20

【0049】

かかるウレア化合物としては、例えば、N,N-ジメチル-N'-(3,4-ジクロロフェニル)ウレア、トルエンビス(ジメチルウレア)、4,4'-メチレンビス(フェニルジメチルウレア)、3-フェニル-1,1-ジメチルウレアなどを使用することができる。かかるウレア化合物の市販品としては、DCMU99(保土ヶ谷化学(株)製)、“Omicure(登録商標)”24、52、94(以上、Emerald Performance Materials, LLC製)などが挙げられる。

【0050】

かかるウレア化合物の配合量は、全エポキシ樹脂成分100質量部に対して1~6質量部含むことが好ましい。かかるウレア化合物の配合量が1質量部以上にするにより、反応が十分に進行しやすく、弾性率と耐熱性に優れた樹脂硬化物が得られやすい。また、かかるウレア化合物の配合量が6質量部以下にするにより、エポキシ樹脂と硬化剤との反応が進行しやすくなるため、靱性や弾性率に優れた樹脂硬化物が得られやすい。

30

【0051】

本発明のクロスプリプレグに用いられるマトリックス樹脂は、100における粘度が1~10Pa・sであることが好ましい。粘度を1Pa・s以上にする事で、マトリックス樹脂を含浸させる際にマトリックス樹脂がクロス外にはみ出すことなく含浸させやすくなる。また、10Pa・s以下の粘度にする事で、クロスへマトリックス樹脂を含浸させやすく、含浸性が向上しやすいため、CFRPとした際にボイドやピンホールの発生を抑制しやすい。なお、ここで言うマトリックス樹脂の粘度は、動的粘弾性測定装置(例えば、レオメーターRDA2:レオメトリックス社製など)にて、パラレルプレートを用い、50より昇温速度2/minで単純昇温し、歪み100%、周波数0.5Hz、プレート間隔1mmで測定することで得られる粘弾性曲線の100での複素粘性率 $\eta^*$ をいう。

40

【0052】

本発明のクロスプリプレグは、ウォーターピックアップ法で測定した含浸率が、97.0質量%以上であることが必要である。かかる空隙率が97.0質量%以上であれば、クロスプリプレグへのマトリックス樹脂の含浸が十分で、ピンホールの少ないCFRPを得ることができる。なお、かかる含浸率とは、強化繊維の方向に対して、0°と90°を2辺として100mm×100mmに切断したクロスプリプレグの質量W1をあらかじめ測

50

定し、クロスプリプレグの一边をクロスプリプレグの縦糸方向を鉛直方向に配置し、端部から5mmの範囲(すなわち100mm×5mm)を、水に5分間浸漬し、得られたクロスプリプレグの表面に付着した水分をウェス等でふき取った後の質量W2を測定し、(W2-W1)から求められる水分増加量をW1で除した値を1から引いた値を百分率で表した値である。

#### 【0053】

また、本発明のクロスプリプレグは、目隙率が2.0%以下であることが必要である。目隙率が2.0%以下であれば、成形時にクロスプリプレグ中のボイドからマトリックス樹脂フローにより空気や揮発分が排出され難くなりピンホールなどが無い外観品位に優れたクロスプリプレグが得られる。また、本発明のクロスプリプレグの目隙率について、下限値は特に設定されず、小さければ小さいほど好ましいが、通常は0.1%以上の値をとる。

10

#### 【0054】

なお、かかる目隙率とは、デジタルマイクロスコブ(KEYENCE社製、VHX-500)を用いて、クロスプリプレグの60mm×60mmの範囲を倍率200倍に拡大し、繊維の無い隙間部分の合計面積の全測定面積に対する比を百分率で表示した値である。

#### 【0055】

さらに、本発明のクロスプリプレグに適用される炭素繊維ストランドのフィラメント数は、1000~3000本であることが好ましい。フィラメント数を1000本以上とすることで、炭素繊維ストランドの拡がり性が良くなりやすく、目隙率の低いクロスプリプレグが得られやすい。また、フィラメント数を3000本以下とすることにより、クロスの平滑性を良くなりクロスプリプレグの凹凸を抑制しやすいため、CFRP成形時に最外層が成形型や副資材に密着しやすくなり、凹凸部分での樹脂の流れが良好となることで成形品表面のピンホール発生が抑制されやすく、外観品位に優れたクロスプリプレグが得られやすい。

20

#### 【実施例】

#### 【0056】

以下、実施例により本発明を詳細に記述する。なお、本発明は、下記実施例に限定されるものではない。

30

#### 【0057】

本実施例および比較例に用いたマトリックス樹脂および炭素繊維は、以下の通りである。

#### 【0058】

<(A)エポキシ樹脂>

- ・ビスフェノールA型エポキシ樹脂(“jER(登録商標)”828、三菱ケミカル(株)製、エポキシ当量:189、2官能)
- ・ビスフェノールA型エポキシ樹脂(“jER(登録商標)”1001、三菱ケミカル(株)製、エポキシ当量:475、2官能)
- ・ビスフェノールF型エポキシ樹脂(“エピクロン(登録商標)”830、DIC(株)製、エポキシ当量:171、2官能)
- ・フェノールノボラック型エポキシ樹脂(“jER(登録商標)”154、三菱ケミカル(株)製、エポキシ当量:178、6、5官能)
- ・ビスフェノールA型エポキシ樹脂(“jER(登録商標)”1004AF、三菱ケミカル(株)製、エポキシ当量:900、2官能)。

40

#### 【0059】

<(B)硬化剤>

- ・ジシアンジアミド(DICY7、三菱ケミカル(株)製、活性水素当量:12)。

#### 【0060】

<(C)硬化促進剤>

50

・ 3 - ( 3 , 4 - ジクロロフェニル ) - 1 , 1 - ジメチルウレア ( D C M U 9 9 、保土ヶ谷化学工業 ( 株 ) 製 ) 。

【 0 0 6 1 】

< ( D ) 熱可塑性樹脂 >

・ ポリビニルホルマール ( “ ビニレック ( 登録商標 ) ” K 、 j N C ( 株 ) 製 ) 。

【 0 0 6 2 】

< 強化繊維 >

・ 炭素繊維 ( “ トレカ ( 登録商標 ) ” T 7 0 0 S C - 1 2 K ( フィラメント数 : 1 2 0 0 0 本 ) 、東レ ( 株 ) 製、引張弾性率 : 2 3 0 G P a 、引張強度 : 4 9 0 0 M P a ) 。

・ 炭素繊維 ( “ トレカ ( 登録商標 ) ” T 3 0 0 B - 3 K ( フィラメント数 : 3 0 0 0 本 ) 、東レ ( 株 ) 製、引張弾性率 : 2 3 0 G P a 、引張強度 : 3 5 3 0 M P a ) 。

10

【 0 0 6 3 】

< 実施例 1 >

表 1 の実施例 1 の欄に記載のとおり、“ j E R ( 登録商標 ) ” 1 5 4 を 3 5 質量部 “ j E R ( 登録商標 ) ” 8 2 8 を 3 0 質量部、“ j E R ( 登録商標 ) ” 1 0 0 1 を 3 5 質量部混合し、加熱溶融混練したのち、“ ビニレック ( 登録商標 ) ” K を 5 質量部加え、溶解させた。次に冷却し、硬化剤として D I C Y 7 を 4 質量部と D C M U 9 9 を 3 質量部加え、マトリックス樹脂を調製した。得られたマトリックス樹脂の 1 0 0 での粘度を、上述した方法で測定したところ、7 P a ・ s であった。次に、炭素繊維 ( T 3 0 0 B - 3 K ) を用いて、クロス目付を  $198\text{ g/m}^2$ 、クロスの織密度を 1 3 本 / 2 5 m m の平織のクロスを作製した。得られたマトリックス樹脂を、コーターを使用して離型紙上に塗布し、マトリックス樹脂フィルムを作製した。かかる樹脂フィルム 2 枚を得られたクロスの両面から重ね、加熱プレスロールで加圧してマトリックス樹脂を含浸させ、表 1 の実施例 1 の欄に記載のとおり、マトリックス樹脂の質量含有率 4 5 % のクロスプリプレグを作製した。得られたクロスプリプレグの目隙率と含浸率をそれぞれ上述した方法で測定した結果、それぞれ 0 . 2 % 、 9 9 . 8 % であった。次に、得られたクロスプリプレグを、0 . 3 m × 0 . 3 m にカットし、4 枚を同一方向になるように積層し、成形温度 1 5 0 、成形時間 3 0 m i n 、成形圧  $5\text{ kgf/cm}^2$  (  $49\text{ N/cm}^2$  ) の条件で内圧成形法により成形した。得られた C F R P の表面を目視で確認し、ピンホールの個数を数えたところ、ピンホールはなく、外観品位は良好であった。

20

30

【 0 0 6 4 】

< 実施例 2 >

クロス目付を  $396\text{ g/m}^2$  にし、クロスの織密度を 2 5 本 / 2 5 m m とした以外は実施例 1 と同様の方法でプリプレグの作製と C F R P の成形を行った。得られた C F R P のピンホール個数を数えたところ、ピンホールは 1 個であり、外観品位は良好であった。

【 0 0 6 5 】

< 実施例 3 >

表 1 の実施例 3 の欄に記載のマトリックス樹脂を用い、マトリックス樹脂の質量含有率を 3 0 質量% に変えた以外は、実施例 1 と同様の方法でプリプレグの作製と C F R P の成形を行い、ピンホール個数を数えた。マトリックス樹脂の粘度が実施例 1 に比べて低いため、クロス基材外へのマトリックス樹脂フローが多くなったものの、ピンホールは 2 個であり、外観品位は良好であった。

40

【 0 0 6 6 】

< 実施例 4 >

マトリックス樹脂の質量含有率を 2 5 質量% になるようにした以外は、実施例 1 と同様にプリプレグの作製と C F R P の成形を行い、ピンホール個数を数えたところ、ピンホールは 3 個であり、外観品位は良好であった。

【 0 0 6 7 】

< 実施例 5 >

表 1 の実施例 5 の欄に記載のマトリックス樹脂を用い、クロスを綾織にした以外は、実

50

施例 1 と同様にプリプレグの作製と C F R P の成形を行い、ピンホール個数を数えたところ、ピンホールは 1 個であり、外観品位は良好であった。

【 0 0 6 8 】

< 実施例 6 >

表 1 の実施例 6 の欄に記載のマトリックス樹脂を用い、クロスに適用する炭素繊維を T 7 0 0 S C - 1 2 K とし、繊維密度を 6 . 3 本 / 2 5 m m とした以外は、実施例 1 と同様にプリプレグの作製と C F R P の成形を行い、ピンホール個数を数えたところ、ピンホールは 1 個であり、外観品位は良好であった。

【 0 0 6 9 】

< 実施例 7 >

クロスに適用する炭素繊維を T 7 0 0 S C - 1 2 K にし、クロスを綾織にし、クロス目付を 6 5 0 g / m<sup>2</sup> にした以外は、実施例 3 と同様にプリプレグの作製と C F R P の成形を行い、ピンホール個数を数えたところ、ピンホールは 4 個であり、外観品位が良好であった。

【 0 0 7 0 】

< 実施例 8 >

クロス目付を 1 0 0 g / m<sup>2</sup> にし、クロスの繊維密度を 7 本 / 2 5 m m とした以外は、実施例 1 と同様の方法でプリプレグの作製と C F R P の成形を行った。クロス目付とクロスの繊維密度が実施例 1 に比べて低いため、目隙率が高くなったものの、ピンホールは 4 個であり、外観品位は良好であった。

【 0 0 7 1 】

< 実施例 9 >

クロスに適用する炭素繊維を T 7 0 0 S C - 1 2 K にし、クロス目付を 8 0 0 g / m<sup>2</sup> にし、クロスの繊維密度を 8 本 / 2 5 m m とした以外は、実施例 1 と同様の方法でプリプレグの作製と C F R P の成形を行った。クロス目付が実施例 1 に比べて高いため、含浸率が低くなったものの、ピンホールは 4 個であり、外観品位は良好であった。

【 0 0 7 2 】

< 実施例 1 0 >

クロス目付を 2 0 0 g / m<sup>2</sup> とした以外は、実施例 1 と同様の方法でプリプレグの作製と C F R P の成形を行った。クロス目付が実施例 1 に比べて高いため、目隙率が低くなり、ピンホール個数を数えたところ、ピンホールは 0 個であり、外観品位は良好であった。

【 0 0 7 3 】

< 実施例 1 1 >

クロス目付を 4 0 0 g / m<sup>2</sup> とし、クロスの繊維密度を 2 5 本 / 2 5 m m とした以外は、実施例 1 と同様の方法でプリプレグの作製と C F R P の成形を行った。クロス目付が実施例 1 に比べて高いため、目隙率が低くなり、ピンホール個数を数えたところ、ピンホールは 1 個であり、外観品位は良好であった。

【 0 0 7 4 】

< 実施例 1 2 >

クロス目付を 1 6 0 g / m<sup>2</sup> にし、クロスの繊維密度を 1 0 本 / 2 5 m m とした以外は、実施例 1 と同様の方法でプリプレグの作製と C F R P の成形を行った。クロス目付とクロスの繊維密度が実施例 1 に比べて低いため、目隙率が高くなったものの、ピンホールは 2 個であり、外観品位は良好であった。

【 0 0 7 5 】

< 実施例 1 3 >

クロス目付を 2 5 0 g / m<sup>2</sup> にし、クロスの繊維密度を 1 6 本 / 2 5 m m とした以外は、実施例 1 と同様の方法でプリプレグの作製と C F R P の成形を行った。クロス目付とクロスの繊維密度が実施例 1 に比べて高いため、目隙率が低くなり、ピンホール個数を数えたところ、ピンホールは 0 個であり、外観品位は良好であった。

【 0 0 7 6 】

## &lt; 実施例 1 4 &gt;

クロス目付を  $190 \text{ g/m}^2$  にし、クロスの織密度を 12 本 / 25 mm とした以外は、実施例 1 と同様の方法でプリプレグの作製と CFRP の成形を行った。クロス目付とクロスの織密度が実施例 1 に比べて低いため、目隙率が高くなったものの、ピンホールは 0 個であり、外観品位は良好であった。

【 0 0 7 7 】

## &lt; 実施例 1 5 &gt;

表 2 の実施例 1 5 の欄に記載のマトリックス樹脂を用いた以外は、実施例 1 と同様の方法でプリプレグの作製と CFRP の成形を行い、ピンホール個数を数えた。マトリックス樹脂の粘度が実施例 1 に比べて高いため、含浸率が低くなったものの、ピンホールは 4 個

10

【 0 0 7 8 】

## &lt; 実施例 1 6 &gt;

マトリックス樹脂の質量含有率を 40 質量 % にするようにした以外は、実施例 1 と同様の方法でプリプレグの作製と CFRP の成形を行った。マトリックス樹脂の質量含有率が実施例 1 に比べて低いため、含浸率が低くなったものの、ピンホールは 0 個であり、外観品位は良好であった。

【 0 0 7 9 】

## &lt; 実施例 1 7 &gt;

マトリックス樹脂の質量含有率を 50 質量 % にするようにした以外は、実施例 1 と同様の方法でプリプレグの作製と CFRP の成形を行った。マトリックス樹脂の質量含有率が実施例 1 に比べて高いため、クロス基材外へのマトリックス樹脂フローが多くなり、目隙率が高くなったものの、ピンホールは 1 個であり、外観品位は良好であった。

20

【 0 0 8 0 】

## &lt; 比較例 1 &gt;

クロス目付を  $90 \text{ g/m}^2$  にした以外は、実施例 1 と同様にプリプレグの作製と CFRP の成形を行い、ピンホール個数を数えたところ、ピンホールは 20 個であり、外観品位が不良であった。

【 0 0 8 1 】

## &lt; 比較例 2 &gt;

プリプレグの目隙率を 2.5 % にした以外は、実施例 1 と同様にプリプレグの作製と CFRP の成形を行い、ピンホール個数を数えたところ、ピンホールは 25 個であり、外観品位が不良であった。

30

【 0 0 8 2 】

## &lt; 比較例 3 &gt;

プリプレグの含浸率を 96.5 質量 % にした以外は、実施例 1 と同様にプリプレグの作製と CFRP の成形を行い、ピンホール個数を数えたところ、ピンホールは 30 個であり、外観品位が不良であった。

【 0 0 8 3 】

【表 1】

【表1】

| 項目      | 樹脂分類                    | 名称(商標名)                | 実施例1         | 実施例2         | 実施例3         | 実施例4         | 実施例5         | 実施例6           | 実施例7           | 実施例8         | 実施例9           | 実施例10        |
|---------|-------------------------|------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|----------------|----------------|--------------|----------------|--------------|
| 樹脂組成    | フェノールボック型<br>エポキシ樹脂(液状) | JER-154                | 35           | 35           | 40           | 35           | -            | 40             | 40             | 35           | 35             | 35           |
|         | ビスフェノールA型<br>エポキシ樹脂(液状) | JER-828                | 30           | 30           | 35           | 30           | 35           | 15             | 35             | 30           | 30             | 30           |
|         | ビスフェノールA型<br>エポキシ樹脂(固形) | JER-1001               | 35           | 35           | 25           | 35           | 30           | -              | 25             | 35           | 35             | 35           |
|         | ビスフェノールF型<br>エポキシ樹脂(固形) | Epc830                 | -            | -            | -            | -            | 6            | 22             | -              | -            | -              | -            |
|         | ビスフェノールA型<br>エポキシ樹脂(固形) | JER1004AF              | -            | -            | -            | -            | 20           | -              | -              | -            | -              | -            |
|         | 熱可塑性樹脂                  | ビニレックK                 | 5            | 5            | -            | 5            | 1            | -              | -              | 5            | 5              | 5            |
|         | 硬化助剤                    | DCMU99                 | 3            | 3            | 3            | 3            | 3            | 3              | 3              | 3            | 3              | 3            |
|         | 硬化剤                     | DICY7                  | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 4              | 4              | 4            | 4              | 4            |
|         | 織物                      | CF                     | T300B<br>-3K | T300B<br>-3K | T300B<br>-3K | T300B<br>-3K | T300B<br>-3K | T700SC<br>-12K | T700SC<br>-12K | T300B<br>-3K | T700SC<br>-12K | T300B<br>-3K |
|         |                         | 織組織                    | 平織           | 平織           | 平織           | 平織           | 綾織           | 平織             | 綾織             | 平織           | 平織             | 平織           |
|         |                         | FAW (gsm)              | 198          | 396          | 198          | 198          | 198          | 650            | 650            | 100          | 800            | 200          |
|         |                         | 織密度<br>(本/25mm)        | 13           | 25           | 13           | 13           | 13           | 6              | 6              | 7            | 8              | 13           |
| プリプレグ仕様 | プリプレグ                   | マトリックス樹脂の<br>質量含有率 (%) | 45           | 45           | 30           | 25           | 45           | 45             | 55             | 45           | 45             | 45           |
|         |                         | 目隙率 (%)                | 0.2          | 0            | 1.0          | 1.7          | 0.5          | 0              | 2.0            | 2            | 0              | 0.1          |
|         |                         | 含浸率 (%)                | 99.8         | 97.0         | 99.8         | 97.5         | 99.8         | 99.0           | 97.0           | 99.9         | 97.0           | 99.8         |
|         | マトリックス樹脂                | 粘度 (Pa・s)              | 7            | 7            | 0.5          | 7            | 1            | 10             | 0.5            | 7            | 7              | 7            |
|         | ピンホール数(個)               |                        | 0            | 1            | 2            | 3            | 1            | 1              | 4              | 4            | 4              | 0            |

【表 2】

【表2】

| 項目      | 樹脂分類                      | 名称(商標名)               | 実施例11        | 実施例12        | 実施例13        | 実施例14        | 実施例15        | 実施例16        | 実施例17        | 比較例1         | 比較例2         | 比較例3         |
|---------|---------------------------|-----------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| 樹脂組成    | フェノールノボラック型<br>エポキシ樹脂(液状) | JER-154               | 35           | 35           | 35           | 35           | 40           | 35           | 35           | 35           | 35           | 35           |
|         | ビスフェノールA型<br>エポキシ樹脂(液状)   | JER-828               | 30           | 30           | 30           | 30           | 35           | 30           | 30           | 30           | 30           | 30           |
|         | ビスフェノールA型<br>エポキシ樹脂(固形)   | JER-1001              | 35           | 35           | 35           | 35           | -            | 35           | 35           | 35           | 35           | 35           |
|         | ビスフェノールF型<br>エポキシ樹脂(固形)   | Epo830                | -            | -            | -            | -            | 25           | -            | -            | -            | -            | -            |
|         | ビスフェノールA型<br>エポキシ樹脂(固形)   | JER1004AF             | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            | -            |
|         | 熱可塑性樹脂                    | ビニレックK                | 5            | 5            | 5            | 5            | 5            | 5            | 5            | 5            | 5            | 5            |
|         | 硬化助剤                      | DCMU99                | 3            | 3            | 3            | 3            | 3            | 3            | 3            | 3            | 3            | 3            |
|         | 硬化剤                       | DICY7                 | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            | 4            |
|         | 織物                        | CF                    | T300B<br>-3K | T300B<br>-3K | T300B<br>-3K | T300B<br>-3K | T300B<br>-3K | T300B<br>-3K | T300B<br>-3K | T300B<br>-3K | T300B<br>-3K | T300B<br>-3K |
|         |                           | 織組織                   | 平織           | 平織           | 平織           | 平織           | 平織           | 平織           | 平織           | 平織           | 平織           | 平織           |
|         |                           | FAW (gsm)             | 400          | 160          | 250          | 190          | 198          | 198          | 198          | 90           | 198          | 198          |
|         |                           | 織密度<br>(本/25mm)       | 25           | 10           | 16           | 12           | 13           | 13           | 13           | 13           | 13           | 13           |
| プリプレグ仕様 | プリプレグ                     | マトリックス樹脂の<br>質量含有率(%) | 45           | 45           | 45           | 45           | 45           | 40           | 50           | 45           | 45           | 45           |
|         |                           | 目隙率(%)                | 0            | 1.8          | 0            | 0.3          | 1.0          | 0.2          | 1.0          | 2.0          | 2.5          | 1.0          |
|         |                           | 含浸率(%)                | 97.0         | 99.8         | 99.5         | 99.8         | 97.0         | 99.9         | 99.9         | 99.8         | 97.0         | 96.5         |
|         | マトリックス樹脂                  | 粘度 (Pa・s)             | 7            | 7            | 7            | 7            | 15           | 7            | 7            | 7            | 7            | 7            |
|         | ピンホール数(個)                 |                       | 1            | 2            | 0            | 0            | 4            | 0            | 1            | 20           | 25           | 30           |

【産業上の利用可能性】

【0085】

10

20

30

40

50

本発明のクロスプリブレグは、成形品表面のピンホールと呼ばれる欠陥が発生し難いことから、軽量かつ高強度、高剛性であるCFRPとして、釣り竿やゴルフシャフト等のスポーツ・レジャー用途以外にも、自動車や航空機等の産業用途などの幅広い分野で意匠性材料として好ましく用いられる。