

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2025-504302
(P2025-504302A)

(43)公表日 令和7年2月12日(2025.2.12)

(51)国際特許分類

F I

テーマコード (参考)

B 2 9 B 17/04 (2006.01) B 2 9 B 17/04 4 F 4 0 1

B 2 9 B 17/00 (2006.01) B 2 9 B 17/00 Z A B

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全25頁)			
(21)出願番号	特願2024-537989(P2024-537989)	(71)出願人	524234190
(86)(22)出願日	令和4年12月21日(2022.12.21)		フェアマット
(85)翻訳文提出日	令和6年8月20日(2024.8.20)		フランス国, 7 5 0 0 8 パリ, アブニュ
(86)国際出願番号	PCT/EP2022/087374		デルカセ 1 1
(87)国際公開番号	WO2023/118385	(74)代理人	100099759
(87)国際公開日	令和5年6月29日(2023.6.29)		弁理士 青木 篤
(31)優先権主張番号	2114292	(74)代理人	100123582
(32)優先日	令和3年12月22日(2021.12.22)		弁理士 三橋 真二
(33)優先権主張国・地域又は機関	フランス(FR)	(74)代理人	100108903
(31)優先権主張番号	22305430.5		弁理士 中村 和広
(32)優先日	令和4年3月31日(2022.3.31)	(74)代理人	100123593
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		弁理士 関根 宣夫
(81)指定国・地域	AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ	(74)代理人	100208225
	最終頁に続く		弁理士 青木 修二郎
		(74)代理人	100217179
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 リサイクル複合材料から作製されたチップ及びその製造方法

(57)【要約】

本発明は、硬化した接着剤中に炭素繊維を含有する複合材料から作製されたチップであって、当該チップは、チップの2つの平行な互いに反対側の面の間に規定される実質的に一定の厚さを有し、各面の表面は、硬化した接着剤中に少なくとも部分的に含まれない炭素繊維を含む、チップに関する。

【選択図】 なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

硬化した接着剤中に炭素繊維を含む複合材料チップであって、前記チップは、前記チップの 2 つの平行な互いに反対側の面の間に規定される実質的に一定の厚さを有し、各面は、前記硬化した接着剤中に少なくとも部分的に含まれない炭素繊維を表面上に含む、複合材料チップ。

【請求項 2】

前記硬化した接着剤中に少なくとも部分的に含まれない前記炭素繊維の部分が未被覆繊維を構成する、請求項 1 に記載のチップ。

【請求項 3】

22%以上の未被覆繊維面積率を有し、前記パーセントは、分析される前記チップの前記面の全表面積に関するものである、請求項 2 に記載のチップ。

【請求項 4】

前記チップの一つの面が、0.008%以上である質量損失によって測定された粗さを有し、前記質量損失は、H18 研磨ゴムを使用して100 サイクルにわたってリニア摩耗試験機で実施される摩耗試験によって測定される、請求項 1～3 のいずれか一項に記載のチップ。

【請求項 5】

200 μm ～1 mmに含まれる厚さを有する、請求項 1～4 のいずれか一項に記載のチップ。

【請求項 6】

前記炭素繊維が、前記チップの前記互いに反対側の面に対して実質的に平行に延びている、請求項 1～5 のいずれか一項に記載のチップ。

【請求項 7】

前記炭素繊維が、同じ方向に配向されている、請求項 1～6 のいずれか一項に記載のチップ。

【請求項 8】

矩形形状を有する、請求項 1～7 のいずれか一項に記載のチップ。

【請求項 9】

前記チップの各面が、少なくとも1 cm^2 の表面積を有する、請求項 1～8 のいずれか一項に記載のチップ。

【請求項 10】

以下の工程を含む、請求項 1～9 のいずれか一項に記載のチップの製造方法：

- － 硬化した接着剤中に実質的に平行に配向された炭素繊維を含む複合材料を提供する工程と、
- － ブレード装置を用いて前記複合材料を機械的に切断する工程であって、前記切断は、前記ブレード装置のブレードの進行方向に対して平行に前記炭素繊維を配置することによって行われる工程。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、複合材料、特に、炭素繊維を含む複合材料をリサイクルする分野に関する。

【背景技術】

【0002】

炭素繊維に基づく複合材料は、それらの機械的特性のために、特に、強度及び軽さといった機械的特性の故に多くの技術分野で使用されている。それらは、特に、航空分野、自動車産業、ボートで一般的に使用されているが、建設、エネルギーなどの分野でも使用されている。

【0003】

炭素繊維に基づく複合材料は、一般的に、マトリックス中に含まれる炭素繊維を含む。

10

20

30

40

50

【0004】

炭素繊維を製造するためにいくつかの方法を使用することができ、その原理は、紙若しくはビスコース（「e x -セルロース」繊維）、又はポリアクリロニトリル（「e x -PAN」繊維）、又は石油若しくは石炭残留物（「e x -ピッチ」繊維）のいずれかからの非常に高温での炭素の堆積である。

【0005】

炭素繊維は、所与の配向で、例えば、一方向に、又は織繊維ウェブの形態でマトリックスに含まれる。

【0006】

マトリックスに関しては、一般的に、それは、ポリマーからなる、又は本質的にポリマーを含む。マトリックスは、「接着剤」、又は更には「樹脂」（マトリックスは一般的にポリマーである）と呼ぶこともできる。周知のように、マトリックスは、熱可塑性又は熱硬化性の性質のものであることができる。性質が類似しているグルーは、本発明の範囲内で同じように使用することができる。

10

【0007】

したがって、別段の定めがない限り、「マトリックス」、「グルー」、「接着剤」及び「樹脂」という用語は、本出願において同義であるとみなされる。

【0008】

熱硬化性ポリマーは、複合材料を造形するときに架橋と呼ばれる化学反応を受ける。この反応は、化学結合を生成し、不可逆的である。炭素繊維に基づく複合材料を形成するための最も効率的な熱硬化性ポリマーは、ポリエポキシド（「エポキシ」として知られている）であることが一般的に認められている。

20

【0009】

熱可塑性ポリマーは、それらの熱分解温度よりも低い「相転移温度」と呼ばれる特定の温度を超えると粘性になり、したがって造形することができるポリマーである。温度がこの相転移温度未満に低下すると、ポリマーは硬化し、その初期剛性に戻る。この硬化は、ポリマーを再び加熱することにより、可逆的である。

【0010】

最も一般的な熱可塑性ポリマーは、ポリエチレン（PE）、ポリエチレンテレフタレート（PET）、又はポリカプロラクタム（PA-6）である。いくつかの用途では、ポリ（フェニレンエーテルエーテルケトン）（PEEK）、ポリ（フェニレンスルフィド）（PPS）、又はポリエーテルイミド（PEI）などの特殊な熱可塑性ポリマーを使用することができる。

30

【0011】

炭素繊維に基づく複合材料の用途は、非常に多く、ますます広がっているため、これらの材料をリサイクルする問題が生じている。リサイクルできる材料の量が増加しているという事実に加えて、これらの複合材料は、価値の高い材料であり（主に炭素繊維を含有するため）、その価値化が経済的に重要であることはわかるであろう。

【0012】

リサイクルは、寿命の終わりに又は損傷を受けた複合材料から作製された要素、製造されたが意図される用途（特に航空又は宇宙分野）に必要とされる特定の基準を満たしていないか又はもはや満たさない要素、あるいは、より稀な場合として、特定の日に使用されなかった要素に関係し得る。

40

【0013】

炭素繊維で強化された複合材料をリサイクルするために、3つの主要なカテゴリーの方法、いわゆる機械的リサイクル、いわゆるケミカルリサイクル、及びいわゆるサーマルリサイクルが開発されている。

【0014】

機械的リサイクルは、原則として、既存の複合材料部品を分割かつグライディングして、樹脂から繊維を少なくとも部分的に解離させて、新しい樹脂の強化材として再利用す

50

ることができる様々な長さの繊維を得ることである。グラインディングから得られたわずかに繊維状の粒子は、粉末形態であり、新しい複合材料要素の形成中に樹脂と混合することができる。

【0015】

複合材料の粉砕片は、充填要素として、又は成形部品における強化材として使用されるが、複合材料要素（非リサイクル材料に基づく）を製造するための従来の方法で使用されるような未使用の炭素繊維を置き換えることを実際には意図していない。

【0016】

この方法では、リサイクルされる複合材料をグラインディングすることによって得られた粉末を篩に掛けて、粒径のいくつかのカテゴリに選別することができるが、このサイズは、これらの粒子を含めることによって後に形成される要素の機械的特性に有意な影響を及ぼすことはない。

【0017】

一般的に、最先端の機械的リサイクル法によって得られる部品の機械的特性（曲げ強度又は曲げ剛性）は、類似の新しい部品と比較して少なくとも4分の1であると推定される。したがって、機械的リサイクル法によって得られるリサイクル炭素繊維に基づく複合材料は、一般的に、質量に対する機械的特性が非常に高い必要性のない特定の分野に限定された用途を有する。したがって、それらは、主に建設（建物）において使用される。

【0018】

ケミカルリサイクルは、複合材料中に存在する炭素繊維を回収するために、複合材料の硬化樹脂を化学的に分解することから構成される。次いで、回収された繊維は、一般的に、数千の回収された繊維から糸を作り出すために、整列及び／又は紡糸される。これらのリサイクル繊維を含む複合材料から形成される部品の機械的特性は、新しい非リサイクル炭素繊維を含む複合材料の機械的特性よりもはるかに低い。

【0019】

いくつかの化学分解法、特に、従来の加溶媒分解、「穏和な条件下」での加溶媒分解、又は超臨界条件下での加溶媒分解が、知られている。従来の加溶媒分解法では、リサイクルされる部品は、樹脂が分解されるように、高温（200℃超）及び高圧（180バールの範囲）で溶媒中に浸漬される。これらは、例えば、濃酸（特に硝酸又は硫酸）であってもよい。

【0020】

穏和な条件下での加溶媒分解法では、従来の加溶媒分解より穏やかな200℃未満の温度が使用される。その方法は、大気圧（周囲圧力）で行われ、アセトン又はN，N-ジメチルホルムアミドなどのより穏和な溶媒が使用され、場合によっては過酸化水素又はペルオキシ酢酸などの触媒が使用される。酢酸による前処理が使用されてもよい。とは言え、穏和な条件下での加溶媒分解は、生産効率がかなり低い。

【0021】

超臨界条件下での加溶媒分解法では、溶媒は、より良好な拡散性及び増加した溶媒和能力を有するように、超臨界条件下で使用される。それは複雑で費用のかかる方法である。

【0022】

最後に、サーマルリサイクルは、原理上、複合材料の樹脂を熱分解して、そこから炭素繊維を回収することから構成される。熱は、一般的にオープン中で樹脂を燃焼させることから構成される熱分解法によって、溶媒と高温との組み合わせ作用を使用する流動床法によって、最後にマイクロ波によって、提供することができる。

【0023】

これらの方法は最適化されているが、回収された繊維は、新しい繊維と比較して有意に劣化した機械的特性を有する。回収された繊維は、一般的に短く、正しい機械的特徴を必要とする用途において再使用するためには、それらを整列させ、紡糸しなければならない。そうでなければ、それらは、例えば、上述した機械的リサイクル法において得られる粉末のように、充填のために使用される。

10

20

30

40

50

【0024】

要約すると、炭素繊維に基づく複合材料をリサイクルする分野で知られている様々な技術は、

- － 複合材料をグラインディングして、粉碎された材料を強化材として使用する技術（機械的リサイクル）、
- － 又は、樹脂を分解して炭素繊維を再生する（ケミカル又はサーマルリサイクル）技術から構成されている。

【0025】

しかし、これらの2つの解決策は各々重大な欠点を有する。すなわち、これらの解決策は、不十分な機械的性能を有する材料を提供し、並びに／又はこれらの解決策は、実現することが高コストであり及び／又は複雑である。樹脂を分解して炭素繊維を回収するリサイクル技術は、更に、著しい環境コストがかかる。実際、それらは、分解された樹脂を液体又は気体の形態で放出する。これらの放出は処理されなければならない。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0026】

本発明は、複合材料部品を製造するためにマトリックスに組み込むことができるリサイクル要素を提案することを目的としており、当該リサイクル要素は、上記の欠点を克服することが可能である。

【課題を解決するための手段】

【0027】

より詳細には、本発明は、硬化した接着剤中に炭素繊維を含む複合材料チップに関し、当該チップは、チップの2つの平行な互いに反対側の面の間に規定される実質的に一定の厚さを有し、各面は、硬化した接着剤中に少なくとも部分的に含まれない炭素繊維を表面上に含む。

【0028】

「チップ」という用語は、炭素繊維を含むリサイクルされる複合材料から得られる小さい厚さのスライス意味する。チップは、硬化した接着剤中に少なくとも部分的に含まれる炭素繊維を含む。チップの繊維の少なくとも大部分は、チップの互いに反対側の面に対して実質的に平行に延びている。

【0029】

実質的に一定の厚さという概念は、以下のように解釈される。厚さは、チップの最小寸法に対応し、それは、他の寸法と比較して（例えば、矩形形状のチップの長さ及び幅と比較して）小さい。チップはすべての点で実質的に平行な2つの対向する（主）面を有するため、チップの厚さは実質的に一定である。チップは、制約がない場合は平坦であるが、パネルなどの複合材料部品に含まれると湾曲される場合がある。この考え得る湾曲が可能であるのは、チップの厚さが薄いためであり、それはチップにある程度の柔軟性を付与する。チップの主面に対して直角に測定されるチップの厚さは、チップ上のすべての点で一定である、又は少なくとも観察者によって一定であると知覚される。厚さが「実質的に」一定である、すなわち、自然に一定であるとして知覚されると示されるのは、この意味においてである。あるいは、最小厚さが、チップで測定された最大厚さの半分以上である場合、好ましくは、チップで測定された最大厚さと最小厚さとの差が25%を超えない場合、厚さは実質的に一定であるとみなされる。あるいは、チップで測定される最小厚さと最大厚さとの差が0.5mmを超えない場合、厚さは実質的に一定であるとみなされる。

【0030】

本出願全体を通して、「有意に」という用語は、従来、その測定又は製造に使用されるシステムによってこの特徴が知覚されることを指す。特徴が肉眼で観察される場合、「実質的に」という用語は、したがって、観察者がその特徴を知覚することを指す。「実質的に」という用語を含む表現は、その製造方法の公差範囲内で生成される技術的特徴と解釈されるべきである。特に、2つの要素間の「実質的に平行」という特徴は、10°以内の

10

20

30

40

50

角度までと理解することができる。考慮される繊維が織物（典型的にはタフタ、ツイル又はサテン）に含まれている場合、繊維の延びる方向は、製織に関連する繊維の起伏を無視することによって、考慮される。

【0031】

本発明によるチップは、有利には、その他の寸法と比較して小さい厚さ（ e ）を有する。したがって、チップは、本質的に二次元の部品であり、厚さが小さく、チップの他の寸法は、典型的には、チップの表面上で測定することができる最大寸法（ d ）、及びやはりチップの表面上で直角に測定される寸法に対応している。したがって、「チップの面」という用語は、チップの面のいずれか、すなわち、チップの下面又は上面を意味する。これらの面の各々は、チップの表面と呼ばれる表面を有する。

10

【0032】

有利には、比（ e ）／（ d ）は、 $0.05 \sim 0.0005$ 、好ましくは $0.01 \sim 0.001$ 、更により好ましくは $0.005 \sim 0.001$ に含まれる。

【0033】

本出願において、別段の指示がない限り、範囲は包括的であると理解されるものとする。

【0034】

有利には、チップの厚さは、 $200 \mu\text{m} \sim 1 \text{mm}$ 、好ましくは $200 \mu\text{m} \sim 500 \mu\text{m}$ に含まれる。

【0035】

チップの最大寸法（ d ）は、有利には、 $1 \text{cm} \sim 1 \text{m}$ 、好ましくは $5 \text{cm} \sim 50 \text{cm}$ 、例えば、 $5 \sim 20 \text{cm}$ 、より好ましくは $7.5 \sim 15 \text{cm}$ 、又は更により好ましくは $8 \sim 12 \text{cm}$ 、あるいは $10 \text{cm} \sim 20 \text{cm}$ に含まれ得る。

20

【0036】

例として、チップの長さは、 10cm の範囲内である。「 X の範囲内」という用語は、 $X \pm 10\%$ の値を意図している。

【0037】

チップは、 $2 \sim 20 \text{mm}$ 、好ましくは $5 \sim 15 \text{mm}$ 、更により好ましくは $7 \sim 10 \text{mm}$ に含まれる幅を有し得る。

【0038】

例として、チップの幅は 9mm の範囲である。

30

【0039】

「硬化した接着剤」という用語は、架橋又は重合と呼ばれる化学反応を受けた接着剤を意味する。この化学反応はチップの形成前に起こり、これは、チップの形成前の硬化中に硬化した接着剤として表される。

【0040】

チップの硬化した接着剤は、有利には、エポキシ樹脂、シアン酸エステル及びフェノール樹脂などの熱硬化性樹脂であり得る。適切なエポキシ樹脂には、ビスフェノールAジグリシジルエーテル、ビスフェノールFジグリシジルエーテル、ノボラックエポキシ樹脂及びN-グリシジルエーテル、グリシジルエステル、脂肪族及び脂環式グリシジルエーテル、アミノフェノールグリシジルエーテル、任意の置換フェノールのグリシジルエーテル及びこれらの混合物が含まれる。

40

【0041】

前述の熱硬化性ポリマーの変性ブレンドも含まれる。

【0042】

「変性ブレンド」とは、典型的には、ゴム又は熱可塑性樹脂の添加によって変性されているポリマーを指す。

【0043】

チップの硬化した接着剤は、熱可塑性樹脂であってもよい。熱可塑性樹脂では、高性能プラスチック、エンジニアリングプラスチック及び標準プラスチックを区別することがで

50

きる。複合材料に使用されるほとんどの熱可塑性樹脂は、高性能プラスチック又はエンジニアリングプラスチックである。これらのプラスチックは、特に、より大きな耐摩耗性及び耐薬品性によって標準的なプラスチックと区別される。

【0044】

熱可塑性樹脂は、それらの性質に応じて、非晶質形態又は結晶質形態で、硬質であり得る。

【0045】

複合材料において一般的に使用される非晶質熱可塑性樹脂の中には、ポリエーテルイミド（PEI）、ポリエーテルスルホン（PES）、及びポリスルホン（PSU）がある。

【0046】

複合材料において一般的に使用される結晶性熱可塑性樹脂の中には、ポリアミド（PA）、ポリ（エチレンテレフタレート）、ポリフタルアミド（PPA）、ポリ（フェニレンスルフィド）（PPS）、及びポリエーテルエーテルケトン（PEEK）がある。

【0047】

炭素繊維は、その全表面がこの接着剤と接触している場合、すなわち、繊維の全表面が接着剤でコーティングされている場合、硬化した接着剤中に含まれているとみなされる。本出願を通して、「中に含まれている」及び「でコーティングされている」という用語は、同等であると考えられる。

【0048】

本発明によるチップにおいて、硬化した接着剤中に含まれない炭素繊維の部分は、未被覆繊維を構成する。

【0049】

チップの表面上の未被覆繊維の存在は、本発明によるチップ切断方法に起因するものである。

【0050】

好ましくは、本発明によるチップは、22%以上の未被覆繊維面積率を有し、そのパーセントは、分析されるチップの面の全表面積に対するものである。

【0051】

未被覆繊維面積率は、分析されるチップの面の全表面積に対する、硬化した接着剤中に含まれていない炭素繊維によって占められている表面積を表す。

【0052】

チップは、22%以上である、好ましくは24%～60%に含まれる未被覆繊維面積率を有していてもよく、例えば、26%～50%に含まれる未被覆繊維面積率などである。

【0053】

未被覆繊維面積率は、

a) デジタル顕微鏡のステージ上に試料又はチップを水平に配列して、繊維の配向が垂直である画像を取得するステップであって、顕微鏡を試料又はチップの平面に対して垂直である直線に対して20～40°、好ましくは30°の角度で配向させ、光ビームが繊維の配向軸に直交する方向で繊維の表面に到達するように部分環状LED型光を適用する、ステップと、

b) 50以上のグレーレベル閾値を有するピクセルを選択するステップと、

c) 選択されたピクセルをカウントし、画像の総表面積に対する選択されたピクセルによって占有される表面積のパーセントを得るステップであって、このパーセントは未被覆繊維面積率の値に対応している、カウントするステップと、を含む測定方法によって、本発明による炭素繊維を含む試料又はチップについて決定される。

【0054】

環状光は、顕微鏡対物レンズの周りに円を形成する光である。

【0055】

試料又はチップの平面は、試料又はチップの1つの面によって実体化される。

10

20

30

40

50

【0056】

光の円は、4つの四分円に分割することができる。これは、四分円のうちの1つのみが試料を照明するために使用され、したがって、顕微鏡対物レンズに対する四分円の場所に応じて、左環状光、右環状光、高環状光、又は低環状光を規定するとき、「部分環状光」と呼ばれる。

【0057】

環状光は、顕微鏡対物レンズの中心から試料を照明する同軸光とは区別される。

【0058】

ステップa)において適用される部分環状光は、右部分光、左部分光、高部分光又は低部分光であり得る。好ましくは、ステップa)において適用される部分環状光は、左部分環状光又は右部分環状光であり、更により好ましくは、部分環状光は、右部分環状光である。

10

【0059】

右部分環状光の場合、顕微鏡は、チップの平面に垂直な直線に対して右に20～40°、好ましくは30°の角度で配向される。

【0060】

好ましくは、未被覆繊維面積率は、実施例2の項目1に記載の方法によって決定される。

【0061】

好ましくは、本発明によるチップにおいて、1つの面は、0.008%以上である質量損失によって測定された粗さを有し、当該質量損失は、100サイクルについてH18研磨ゴムを使用してリニア摩耗試験機で行われる摩耗試験によって測定される。

20

【0062】

チップの「粗さ」という用語は、凹凸を有するチップの面の状態を意味する。好ましくは、チップの各面は、粗さを有する。

【0063】

この粗さは、以下のステップを含む測定方法によって決定される：

- a) チップの初期質量を決定するためにチップを初期秤量するステップと、
- b) リニア摩耗試験機の支持体上にチップを固定するステップと、
- c) 10cmのサイクル長及び25サイクル／分のサイクル速度で、100回の摩耗サイクルにわたって、H18研磨ゴムを適用するステップと、
- d) チップを最終秤量してチップの最終質量を決定するステップと、
- e) (ステップa)で得られた)チップの初期質量と(ステップd)で得られた)チップの最終質量との差を計算することによって、粗さを決定するステップ。

30

【0064】

好ましくは、粗さは、実施例2.2に記載の方法によって測定される。

【0065】

好ましくは、チップは、0.014%～0.20%に含まれる質量損失によって測定された粗さを有し、より好ましくは、質量損失は0.014%～0.15%に含まれる。

【0066】

有利には、本発明によるチップは、22%以上の未被覆繊維面積率と、0.008%以上である質量損失によって測定された粗さとを有する。好ましくは、チップは、24%～60%に含まれる未被覆繊維面積率を有し、0.014%～0.20%に含まれる質量損失を有する。更により好ましくは、チップは、26%～50%に含まれる未被覆繊維面積率、及び0.014%～0.15%に含まれる質量損失を有し得る。

40

【0067】

有利には、本発明によるチップでは、当該炭素繊維は、チップの当該互いに反対側の面に対して実質的に平行に延びている。

【0068】

より詳細には、硬化した接着剤中に含まれる炭素繊維は、チップの当該互いに反対側の

50

面に対して実質的に平行に延びている。

【0069】

硬化した接着剤中に含まれない炭素繊維は、チップの当該互いに反対側の面に対して実質的に平行に延びていてよい。

【0070】

有利には、本発明によるチップでは、炭素繊維は同じ方向に配向される。

【0071】

同じ方向に配向された炭素繊維は、一方向とも呼ばれる。

【0072】

より詳細には、硬化した接着剤中に含まれる炭素繊維は、同じ方向に配向される。

10

【0073】

硬化した接着剤中に含まれない炭素繊維は、同じ方向に配向されていてよい。

【0074】

有利には、チップは、矩形の形状を有する。

【0075】

好ましくは、本発明によるチップの各面は、少なくとも 1 cm^2 の表面積を有する。

【0076】

各面は、チップの表面積と呼ばれる表面積を有する。

【0077】

チップの表面積は、少なくとも 3 cm^2 、 5 cm^2 、 10 cm^2 又は 20 cm^2 、 100 cm^2 であり得る。

20

【0078】

したがって、チップの表面積は、 $1\sim100\text{ cm}^2$ 、 $2\sim25\text{ cm}^2$ 又は $5\sim15\text{ cm}^2$ に含まれ得る。

【0079】

本発明は、以下の工程を含む本発明によるチップを製造方法にも関する：

ー 硬化した接着剤中に実質的に平行に配向された炭素繊維を含む複合材料を提供する工程；

ー ブレード装置を用いて複合材料を機械的に切断する工程であって、当該切断は、当該ブレード装置のブレードの進行方向に対して平行に当該炭素繊維を配置することによって行われる工程。

30

【0080】

例として、ブレード装置は、プレーナ型システムであってよい。プレーナ型システムとは、通過した要素の表面から規則的な厚さの薄いスライスを分離することを可能にするブレードを備えた切断機のことである。

【0081】

チップを製造するための方法は、実施例1においてより詳細に記載される。

【0082】

本発明はまた、複合材料部品における上に定義したチップの使用にも関する。

【0083】

本発明によるチップは、マトリックスとの改善された接着を有するという利点を有する。

40

【0084】

特に、本発明者らは、上に定義したように、 22% 以上である未被覆繊維面積率及び／又は 0.008% 以上である質量損失によって測定された粗さを有するチップは、改善されたマトリックスとの接着を有することを発見した。マトリックスと炭素繊維との間の接着を改善することは、チップのより良好な凝集をもたらし、したがって、チップの劣化を制限し、その結果、本発明によるチップを含む複合材料部品の劣化も制限する。

【0085】

本発明の他の特徴及び利点は、例示の目的で与えられる図面及び以下の実施例で明らか

50

になる。

【図面の簡単な説明】

【0086】

【図1】図1は、一方向に組織化されている本発明によるチップを含むパネルであって、チップはリサイクルされる複合材料から得られる、チップを含むパネルの曲げ弾性率と、一方向に配向された炭素繊維を含有する新しいパネルの曲げ弾性率とをグラフの形態で表している。

【発明を実施するための形態】

【0087】

実施例1：本発明によるチップの取得

チップの形成は、リサイクルされる炭素繊維に基づく複合材料から作製された要素から行う。

【0088】

そのためには、当該要素を機械的に切断することによってチップを得る。

【0089】

チップの切断は、ブレード装置などの切断機を使用して行うことができる。ブレード装置は、プレーナ型システムであってもよい。プレーナ型システムとは、通過した要素の表面から規則的な厚さの薄いスライスを分離することを可能にするブレードを備えた切断機のことである。

【0090】

要素が切断されてチップを形成するとき、ブレード装置のブレードは、従来の仕方で、ブレードのエッジが当該ブレード装置のブレードの前進方向に対して平行な平面内で移動するように配置され、ブレード装置のブレードの前進方向は直線方向である。

【0091】

「鋭いエッジ」とも呼ばれる「ブレードのエッジ」は、切断される材料を最初に貫通するブレードのエッジに対応する。

【0092】

切断される材料は、それが含有する炭素繊維の組織に従って切断機に配置される。

【0093】

切断される材料中の繊維が一方向性である場合、すなわち、一方向のみに実質的に平行にマトリックス中に含まれる場合、繊維は、当該ブレード装置のブレードの前進方向に対して平行に配置される。

【0094】

繊維が織布ウェブの形態で含まれる場合、部品は、好ましくは、よこ糸又はたて糸が当該ブレード装置のブレードの前進方向に対して実質的に平行であるように置かれる。

【0095】

繊維はまた、連続層中に配置することもでき、各層は一方向繊維を含むが、層は異なる繊維配向を有する。これは、例えば、「4方向」材料と呼ばれる材料の場合であり、その層は、 0° （基準層）、 90° 、 45° 、 -45° の連続的な相対配向を有することができる。したがって、「4方向」材料は、一方向炭素繊維のいくつかの層を含む積層材料であり、層は、4つの異なる方向： 0° 、 90° 、 45° 、 -45° に配向されている。

【0096】

ブレード装置は、有利には、そのブレードが、一方向繊維の2つの層であるか又は2つの織布ウェブであるかにかかわらず、繊維の2つの層の間の要素に切り込むように調整することができる。

【0097】

切断面は、有利には、繊維の層の完全性を可能な限り維持するために、繊維の層間に維持される。

【0098】

有利には、ブレード装置は、切断される材料の両側に配置された要素の重ね合わせから

10

20

30

40

50

なるマイクロメートルのウェッジシステムを備えることができ、当該ウェッジシステムは、基準平面上に配置され、かつ1ミリメートルの1/10未満の精度を有する。そのようなウェッジシステムは、ブレードの切り込み領域を制御することを可能にし、したがって、繊維の層間のより正確な切断を行うことが可能である。したがって、このシステムは、炭素繊維を無傷に保ちながら、得られるチップの厚さを制御することができる。

【0099】

このようにして、複合材料の薄片が得られる。これらのスライスは、特に、200 μm ~ 1 mm、好ましくは200 μm ~ 500 μm に含まれる厚さを有し得る。

【0100】

切断される要素は、所望の長さを有するチップが切断機の出口で直接得られるように、切断機によってスライスに切断される前にチップにとって所望の長さにされる。

10

【0101】

あるいは、スライスは、続いてチップを得るために再切断される。典型的には、それらは、規則的な長さの微細な矩形のチップを形成するために、任意の好適な切断手段によって、例えば、鋸引きによって、横方向に切断される。もちろん、得られたスライスから他の形状のチップが切断される場合もある。

【0102】

例えば、平面パネルの製造では、長さ10 cm ~ 20 cmのチップが得られ、以下に例示するように、機械的性能に関して非常に良好な結果を得ることができた。50 cm又は更に1 mの範囲など、より長い長さも使用することもできる。

20

【0103】

明らかに、上述の切断方法は、考慮される用途及び製造される量に応じて適合させることができる。

【0104】

したがって、チップが形成されると、チップは、硬化樹脂中に少なくとも部分的に含まれる炭素繊維を含む微細要素の形態をとる。したがって、チップは、実質的に二次元部品の形態である（それらの厚さは、他の寸法と比較して非常に薄い）。チップの表面は、有利には少なくとも1 cm^2 であり、好ましくは3 cm^2 を超え、10 cm^2 の範囲内であり、又は更に大きく、例えば、最大約100 cm^2 である。

【0105】

炭素繊維は、チップの硬化樹脂中で配向される。好ましくは、それらは実質的に平行であり、互いに直交し、かつ/又は互いに45°で配向される。

30

【0106】

実質的に一定の厚さを有するチップの繊維は、2つの互いに反対側の面（その間に厚さが規定される）を含む。チップの切断は、炭素繊維をできる限り無傷に保つように行われる。これを行うために、チップは、繊維（それらの大部分、又は更にほとんどすべて若しくはすべて）がチップの互いに反対側の面に対して平行に延びるように切断される。したがって、繊維は、チップが延びている全般的な平面に対して平行な平面中に延び、チップの厚さが小さいにもかかわらず、大きな長さを有することができる。

【0107】

40

「大部分」という用語は、数において50%を超えることを意味する。

【0108】

「ほとんどすべて」という用語は、数において90%を超えていることを意味する。

【0109】

実施例2：本発明によるチップの特性評価

本出願人は、本発明によるチップの特性を評価することができる試験を行った。これらの試験は、表1に列挙した材料を使用して行った。

【0110】

これらの材料は、複合ロッド、複合プレート又は複合ウェブの形態である。

【0111】

50

複合ロッドは、複合材料の引抜成形によって得られる円筒である。

【0112】

複合ウェブは、その厚さによって複合プレートと区別される。実際、ウェブは0.2 mmの範囲の厚さを有し、一方複合プレートは数ミリメートルの厚さを有する。

【0113】

部分的に圧密化された複合ウェブは、その炭素繊維が、重合が開始しているが完了していないマトリックス又は樹脂中に組み込まれているウェブである。したがって、それらは、非重合マトリックス中に炭素繊維を含む複合ウェブとは区別され、なぜならば、後者については重合が開始されていないからである。

【0114】

上の表1に示した材料のマトリックスの重合の状態に関する詳細が提供されていない場合、これはマトリックスが重合されていることを意味している。

10

20

30

40

50

【表 1】

N°	複合材料の組成	チップを得るための技術
1	UD*配列を有するエポキシマトリックス中に炭素繊維を含む複合ロッド	ブレード装置を用いた実施例1に従う切断
2	UD*配列を有するエポキシマトリックス中に炭素繊維を含む複合ロッド	ブレード装置を用いて実施例1に従って切断し、次いでP1000グリットサンドペーパーを用いて表面を研磨
3	UD*配列を有するエポキシマトリックス中に炭素繊維を含む複合プレート	ブレード装置を用いた実施例1に従う切断
4	UD*配列を有するエポキシマトリックス中に炭素繊維を含む複合プレート	切断せず、滑らかなチップ
5	UD*配列を有するエポキシマトリックス中に炭素繊維を含む複合プレート	切断せず、P80グリットを用いて研磨
6	UD*配列を有する、エポキシマトリックス中に炭素繊維を含む厚さ0.15mmの複合ウェブ	切断せず
7	UD*配列を有する、未重合エポキシマトリックス中に炭素繊維を含む複合ウェブ	切断せず
8	UD*配列を有する、未重合エポキシマトリックス中に炭素繊維を含む複合ウェブ	切断せず、P80グリットを用いて研磨
9	UD*配列を有する、エポキシマトリックス中に炭素繊維を含む部分的に圧密化された複合ウェブ	切断せず、滑らかなチップ
10	UD*配列を有する、エポキシマトリックス中に炭素繊維を含む部分的に圧密化された複合ウェブ	切断せず、P80グリットを用いて研磨
11	UD*配列を有する、熱可塑性ポリフェニレンスルフィド(PPS)樹脂中に炭素繊維を含む複合ウェブ	切断せず
12	UD*配列を有する、熱可塑性マトリックス中に炭素繊維を含む複合シート	切断せず

10

20

30

40

*UD：炭素繊維の一方向配列

表1：使用した材料の一覧

【0115】

材料1～12は、いずれも同じ幅：9mm、同じ長さ：100mmにサイズ設定した。これを行うために、材料1及び2は、マイター鋸を使用してサイズ設定し、材料3は、ペーパトリマーを使用してサイズ設定し、材料4～12は、ペーパトリマーを介して又はハサミを使用してサイズ設定した。

【0116】

次いで、本発明によるチップを得るために、材料1～3を切断した。本発明によるチッ

50

ブは、実施例 1 に記載の方法によって得る。

【0117】

平面による機械的切断は、繊維の軸に沿った切断に有利に働くように行う。実際、主に一方向繊維、すなわち、単一方向に配向された繊維からなる材料 1～3 は、機械的ブレード切断装置のブレードの前進方向に対して平行に配置する。

【0118】

上記のように切断することにより、規則的な厚さのチップを得て、炭素繊維を可能な限り無傷に保ち、より長い繊維を含むチップを得ることが可能になる。

【0119】

材料 1～4 から得られたチップは、0.3～0.5 mm に含まれる厚さを有する。

10

【0120】

材料 4～12 は比較例として使用し、切断しなかった。

【0121】

1. 表面分析：未被覆繊維面積率の決定

以下に詳述する手順に従って、材料 1～12 から得られたすべてのチップについて表面分析を実施した。

【0122】

未被覆繊維面積率は、分析される全表面に対して、未被覆の炭素繊維、すなわち樹脂中に含まれていない又は樹脂でコーティングされていない炭素繊維が占める表面として定義される。

20

【0123】

未被覆繊維面積率は、Keyence ブランドによって市販されている VHX-970 F デジタル顕微鏡を使用して、材料 1～12 の各々について決定した。後者は、20 倍から 200 倍までの倍率を提供することができる VH-Z20T ズーム対物レンズを備えている。画像処理は、ImageJ ソフトウェア、バージョン 2.1.0 / 1.53c を用いて行った。

【0124】

測定の原理は、理論的に炭素繊維に対応する最も明るい領域を選択し、かつそれらを抽出することにより、顕微鏡で画像処理を行って、それらが占める表面積を測定することである。プロトコルは以下の通りである：

30

a) 試料配列

試料又はチップを顕微鏡ステージ上に水平に置き、撮影画像上の繊維の配向が垂直であるようにする。顕微鏡を、試料又はチップの平面に対して垂直である直線に対して 30° の角度で（好ましくは右に）配向し、LED 型の部分環状光（好ましくは顕微鏡対物レンズに対して右の部分環状光）を、光ビームが繊維の軸に対して直交する方向で繊維の表面に到達するように適用する。この構成により、一方では透明樹脂でコーティングされている繊維を考慮することを回避し、他方では、樹脂領域の反射を防止することが可能になる。

【0125】

b) ピクセル選択

ピクセルの選択は、「画像」>「調整」>「色閾値」タブにおいて以下のステップを実行することによってソフトウェアによって行う。このオプションにより、ピクセルが選択される輝度を選択することができる。すべての試験材料について、グレーレベルを 50（「輝度」パラメータ）に設定した。このようにして、グレーレベルが 50 以上であるすべての領域を選択した。

40

【0126】

c) 結果

ピクセルを選択した後、「分析する」>「粒子を分析する」タブに進むことによってピクセルをカウントする。ピクセルのサイズは 0 から設定し、ピクセルの真円度は 0～1 で設定する。次いで、ソフトウェアは、結果として、画像の全表面積に対する、選択された

50

ピクセルによる占有表面積のパーセントを与え、これは、未被覆繊維面積率の値に相当する。

【0127】

各材料について、3つのチップを分析し、1チップ当たり10回の測定を実施する。チップ1つ当たりの未被覆繊維面積率は、これら10個の測定値を平均することによって得る。材料当たりの未被覆繊維面積率は、3つのチップの各々によって得られた比率を平均することによって得る。その結果を以下の表2に示す。

【表2】

N°	平均 (%)	標準偏差	CV(%)	区間(%)	
1	33.27	1.17	3.50%	32.10	34.43
2	30.34	4.06	13.38%	26.28	34.40
3	40.68	2.44	6.01%	38.23	43.12
4	11.90	2.01	16.87%	9.89	13.91
5	13.66	2.23	16.35%	11.43	15.90
6	10.47	2.87	27.39%	7.60	13.34
7	2.31	0.75	32.30%	1.56	3.06
8	11.00	1.25	11.32%	9.76	12.25
9	4.77	2.11	44.31%	2.66	6.88
10	3.41	0.36	10.70%	3.04	3.77
11	15.70	5.50	35.05%	10.20	21.21
12	0.72	0.07	9.16%	0.66	0.79

表2：材料1～12の未被覆繊維面積率

【0128】

材料1～3（本発明による）から得られたチップはすべて、（標準偏差を考慮して）22%以上の未被覆繊維面積率を有し、これは、材料4～12の比較チップでは認められない。

【0129】

本発明によるチップを規定するこの技術的特徴は、以下で実証されるように、高い機械的特性を有する複合材料を得ることを可能にする。

【0130】

2. 摩耗試験

チップの粗さの特性を評価する目的で、チップの質量損失を決定するために摩耗試験を実施した。

【0131】

この試験は、H18摩耗ゴムを備えたT a b e r（登録商標）リニア摩耗試験機（5750）を使用して実施した。この試験は、以下に詳述する手順に従って行う。

試料を、支持体上に固定し、次いで、リニア摩耗試験機上に取り付けたH18研磨ゴム（特徴的な非弾性材料）の作用に掛ける。以下のパラメータを使用する。

- －支持体の他に荷重は適用されない；
- －摩耗サイクル数：100；
- －サイクル長：10cm；
- －サイクル速度：25サイクル／分

【0132】

試料を最初に秤量し、次いで、50サイクル後、最後に100サイクル後に秤量して、総質量損失を決定する。各材料について、少なくとも3つの試料を試験し、得られた値の

平均を計算した。

【0133】

質量損失は、チップの表面状態に関する情報を提供する。実際、滑らかな表面上での摩耗ゴムの作用は、凹凸を含む粗い表面上でのその作用と比較して、質量損失は少ない。これは、摩耗ゴムの作用がこれらの表面凹凸を排除するという事実によって説明される。

【0134】

したがって、質量損失が大きいほど、表面は粗く、したがって凹凸を含有している。

【0135】

表3に示した結果は、グラムで表され、初期質量に対する質量損失のパーセントとして表される。

【表3】

N°	損失(%)	標準偏差	CV(%)	区間(%)	
1	0.065	0.0361	55.87%	0.10	0.029
2	0.026	0.0071	27.50%	0.033	0.019
3	0.019	0.00473	25.02%	0.024	0.014
4	0.015	0.01246	81.18%	0.028	0.003
5	0.068	0.08410	124.41%	0.152	-0.016
6	0.005	0.00067	14.83%	0.005	0.004
7	0.024	0.02271	94.96%	0.047	0.001
8	0.063	0.01174	18.69%	0.075	0.051
9	0.012	0.00478	40.86%	0.016	0.007
10	0.017	0.01267	72.83%	0.030	0.005
11	0.002	0.00191	79.62%	0.004	0.0488%
12	0.001	0.000593	66.70%	0.001	0.0296%

表3：摩耗試験結果

【0136】

表3から、材料1～3から得られたチップは、標準偏差を考慮すると、0.008%以上である質量損失によって測定された粗さを有することが分かる。

【0137】

本発明によるチップを規定するこれらの技術的特徴は、以下に実証されるように、高い機械的特性を有する複合材料を得ることを可能にする。

【0138】

実施例3：複合材料部品の機械的特性

本出願人は、本発明によるチップから得られた材料の機械的特徴に関して、特性評価試験を行った。

【0139】

以下に結果が記載されている試験は、23cm×23cmと測定され、かつ3.5mm～3.6mmに含まれる厚さを有するプロトタイププレート上で実施した。

【0140】

本実施例で提示する試験で使用されるチップは、エポキシ樹脂タイプの接着剤中に含まれる一方向配列の炭素繊維を含む複合材料要素からのものである。使用した要素は、航空産業からのものである。複合材料は、「UDカーボンプレート」材料と同一又は類似の特徴を有し、その特徴を以下の表4に示す。

【0141】

チップを、エポキシ樹脂タイプの接着剤中に含まれる一方向配列の炭素繊維を含む出発

複合材料から、実施例 1 に従って切断する。

【0142】

得られたチップは、矩形であり、長さ l は 100 mm、幅 b は 9 mm であり、厚さは 0.3 mm～0.5 mm に含まれる。

【0143】

以下に記載した方法に従って、これらのチップからプレートを作製する：

- － チップをコーティングすること：チップを成形する目的で、チップをコーティングするためにチップを液体接着剤と混合する；
- － チップをフラットパネルの形態に成形すること；
- － 金型をプレスすること；
- － 部品を金型から取り出すこと；及び
- － 部品を硬化させること。

【0144】

金型は、離型剤でコーティングし、金型の表面上に接着剤の層が生じるようにトッピングする。

【0145】

使用した接着剤は、製造業者の推奨に従って使用した ADEKIT H9011 系である。

【0146】

チップは金型内に手動で配置する。

【0147】

接着剤に対するチップの比率は、特に明記しない限り、完成したプレートにおいて質量に基づいて 65 / 35 である。

【0148】

成形は、プレス下で、20 トンの力を適用することによって、かつ温度を約 70 °C に制御することによって、行う。

【0149】

金型から取り出した後、プレートを周囲温度（20 °C）で 1 週間保ち、測定に使用する前に硬化を完了させる。

【0150】

このようにして得られたプレートは、チップが、したがって繊維が一方向配列で配置された複合材料のプレートに対応する。

【0151】

以下の表 4 は、プレート UD1 及び UD2 の機械的特徴を、参照プレート（UD カーボンプレート、木製プレート、アルミニウムプレート）と比較している。

【表 4】

材料	密度 (g/cm ³)	長手方向の性能 (0°)		横方向の性能 (90°)		性能 45°	
		曲げ弾性率 (GPa)	引張強度 (MPa)	曲げ弾性率 (GPa)	引張強度 (MPa)	曲げ弾性率 (GPa)	引張強度 (MPa)
アルミニウム (5754 H22)	2.7	70	300	70	300	70	300
木材 (ブナ)	0.8	14	110	10	100	12	100
UDカーボンプレート	1.45	150	1500	5	40	10	100
プレート UD1 (50 重量%のチップ)	1.3	57	616	—	—	—	—
プレート UD2 (65 重量%のチップ)	1.3	85	750	4	40	10	100

表 4：機械的特性

【0152】

「UDカーボンプレート」とは、新しい一方向炭素繊維に基づく複合材料で作製されたプレートに対応する。

【0153】

「プレートUD1」及び「プレートUD2」は、上記のように得られた本発明の実施形態に従う複合材料プレートに対応し、そのチップ、したがって繊維は、一方向配列によって配置される。

【0154】

注目すべきことに、プレートUD2（65質量%のチップを有する）の曲げ弾性率及び引張強度は、基準UDカーボンプレートについて、すなわち、同等の新しい一方向繊維（使用済みのチップを抽出することができる）に基づく複合材料について得られた値の50%よりも有意に大きい。特に、得られた曲げ弾性率は、長手方向において、炭素繊維に基づく同等の新しい一方向材料の曲げ弾性率の57%に等しい。これらの結果を、パネルの質量で合わせると（密度について観察された差を考慮に入れる）、プレートUD2（65質量%のチップを有する）の曲げ弾性率は、基準UDカーボンプレートの曲げ弾性率の63%に等しい。

【0155】

上に示した結果は、高い機械的性能を有するリサイクル材料の製造を実証している。これらの結果は、接着剤の添加量に対して更に増加させることができる割合のチップ（示した実施例では最大で65/35の質量比）を含む材料について得られる。しかしながら、本出願人は、チップのパーセントが、材料内の繊維のパーセントをもたらすことから、得られる機械的性能に直接影響を及ぼすことを観察した。特に、プレートUD2（65質量%のチップを含む）の曲げ弾性率は、プレートUD1（50質量%のチップを含む）の曲げ弾性率よりもほぼ50%高い。引張強度は、20%超増加した。

【0156】

したがって、本発明によるチップは、簡単な製造方法によって、ケミカル又はサーマルリサイクル法と比較して環境への影響が低い、新しい繊維に基づく同等の材料の約70%の機械的性能、特に70%の曲げ弾性率、及び（同一質量で最大75%～80%の性能）を有するリサイクル材料を得ることを可能にする。

【0157】

更に、一層高い性能を達成することができ、本出願人は、65質量%を超えるチップを含有する部品を問題なく製造した（この場合は、最大78質量%であり、約85質量%のチップを含有するパネルが実現可能であるように思われる）。

【0158】

実施例3：複合材料部品の機械的特性

図1は、一方向に組織化されている本発明によるチップから作製された（リサイクルされている複合材料から得られた）パネルの曲げ弾性率、及び一方向に配向された炭素繊維を含有する新しい複合材料から得られたパネルの曲げ弾性率を表す。

【0159】

曲げ弾性率が縦座標にプロットされている。

【0160】

横座標は、測定を行った角度を示している。0°の角度は繊維又はチップの延びている方向に対応し、90°は繊維及び／又はチップに対する横方向に対応する。

【0161】

三角形は、一方向炭素繊維を含む本発明によるチップを含む材料のプレート上で行われた測定に対応し、当該チップは一方向に組織化されている。このプレートの曲げ弾性率は、チップ及びチップが含む繊維の延びている方向で測定すると、47GPaである。

【0162】

円は、一方向炭素繊維に基づく新しい複合材料から形成された同等のプレートについて

計算された理論曲げ弾性率を表しており、プレートが含有する繊維の方向における曲げ弾性率は 47 GPa である。

【0163】

驚くべきことに、本発明によるチップを含む複合材料について行った測定は、同等の連続繊維で形成された新しい材料について得られた理論値に完全に一致しているのは明らかである。

【0164】

したがって、本発明によるチップで形成された要素の機械的特性は、同等の連続炭素繊維に基づく新しい複合材料に対して一般に適用される知識に従って、予測可能である。

【図面】

【図1】

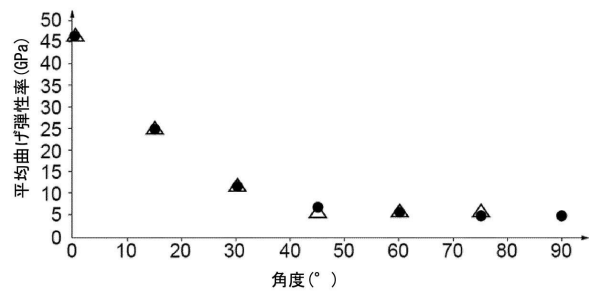


Fig. 1

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/EP2022/087374															
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER C08J 5/24(2006.01)i; B29C 70/20(2006.01)i; B32B 5/00(2006.01)i; B29B 17/00(2006.01)i; B29C 70/12(2006.01)i 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) C08J; B29B; B32B; B29C Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data																	
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT <table border="1"> <thead> <tr> <th>Category*</th> <th>Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages</th> <th>Relevant to claim No.</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td>X</td> <td>US 2014217332 A1 (SIMMONS MARTIN [GB] ET AL) 07 August 2014 (2014-08-07) paragraphs [0067], [0120]</td> <td>1,2,5-7,9,10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 2013065471 A1 (MORTIMER STEPHEN [GB]) 14 March 2013 (2013-03-14) paragraph [0184]</td> <td>1-10</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>US 2001024722 A1 (MATSUHISA YOJI [JP] ET AL) 27 September 2001 (2001-09-27) paragraphs [0035], [0043] - [0045]</td> <td>1-3,6,7</td> </tr> <tr> <td>X</td> <td>TEWARI U S ET AL. "Solid particle erosion of unidirectional carbon fibre reinforced polyetheretherketone composites" WEAR, CH, Vol. 252, No. 11-12, 01 July 2002 (2002-07-01), pages 992-1000 DOI: 10.1016/S0043-1648(02)00063-7 ISSN: 0043-1648, XP055959837 section 2.1, .2;figure 5</td> <td>1,10</td> </tr> </tbody> </table>			Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.	X	US 2014217332 A1 (SIMMONS MARTIN [GB] ET AL) 07 August 2014 (2014-08-07) paragraphs [0067], [0120]	1,2,5-7,9,10	X	US 2013065471 A1 (MORTIMER STEPHEN [GB]) 14 March 2013 (2013-03-14) paragraph [0184]	1-10	X	US 2001024722 A1 (MATSUHISA YOJI [JP] ET AL) 27 September 2001 (2001-09-27) paragraphs [0035], [0043] - [0045]	1-3,6,7	X	TEWARI U S ET AL. "Solid particle erosion of unidirectional carbon fibre reinforced polyetheretherketone composites" WEAR, CH, Vol. 252, No. 11-12, 01 July 2002 (2002-07-01), pages 992-1000 DOI: 10.1016/S0043-1648(02)00063-7 ISSN: 0043-1648, XP055959837 section 2.1, .2;figure 5	1,10
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.															
X	US 2014217332 A1 (SIMMONS MARTIN [GB] ET AL) 07 August 2014 (2014-08-07) paragraphs [0067], [0120]	1,2,5-7,9,10															
X	US 2013065471 A1 (MORTIMER STEPHEN [GB]) 14 March 2013 (2013-03-14) paragraph [0184]	1-10															
X	US 2001024722 A1 (MATSUHISA YOJI [JP] ET AL) 27 September 2001 (2001-09-27) paragraphs [0035], [0043] - [0045]	1-3,6,7															
X	TEWARI U S ET AL. "Solid particle erosion of unidirectional carbon fibre reinforced polyetheretherketone composites" WEAR, CH, Vol. 252, No. 11-12, 01 July 2002 (2002-07-01), pages 992-1000 DOI: 10.1016/S0043-1648(02)00063-7 ISSN: 0043-1648, XP055959837 section 2.1, .2;figure 5	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 30 March 2023		Date of mailing of the international search report 13 April 2023															
Name and mailing address of the ISA/EP European Patent Office p.b. 5818, Patentlaan 2, 2280 HV Rijswijk Netherlands Telephone No. (+31-70)340-2040 Facsimile No. (+31-70)340-3016		Authorized officer Frison, Céline Telephone No.															

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (January 2015)

10

20

30

40

50

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
Information on patent family members

International application No.

PCT/EP2022/087374

Patent document cited in search report			Publication date (day/month/year)	Patent family member(s)			Publication date (day/month/year)
US	2014217332	A1	07 August 2014	AU	2013276404	A1	18 December 2014
				BR	112014031120	A2	27 June 2017
				CA	2875635	A1	19 December 2013
				CN	104379650	A	25 February 2015
				EP	2861657	A1	22 April 2015
				ES	2710929	T3	29 April 2019
				JP	6306575	B2	04 April 2018
				JP	2015519459	A	09 July 2015
				JP	2018090814	A	14 June 2018
				KR	20150023734	A	05 March 2015
				RU	2015100898	A	10 August 2016
				US	2014217332	A1	07 August 2014
				US	2015179298	A1	25 June 2015
				WO	2013186389	A1	19 December 2013
US	2013065471	A1	14 March 2013	AU	2011256922	A1	29 November 2012
				BR	112012030020	A2	02 August 2016
				CA	2798826	A1	01 December 2011
				CN	103025804	A	03 April 2013
				CN	107266694	A	20 October 2017
				EP	2576671	A1	10 April 2013
				ES	2717449	T3	21 June 2019
				JP	5940521	B2	29 June 2016
				JP	2013531707	A	08 August 2013
				RU	2012157304	A	10 July 2014
				US	2013065471	A1	14 March 2013
US	2001024722	A1	27 September 2001	DE	69720650	D1	15 May 2003
				DE	69720650	T2	30 October 2003
				EP	0843033	A1	20 May 1998
				JP	4094670	B2	04 June 2008
				KR	19990035887	A	25 May 1999
				TW	459075	B	11 October 2001
				US	6103211	A	15 August 2000
				US	6221490	B1	24 April 2001
				US	2001024722	A1	27 September 2001
				US	2002009588	A1	24 January 2002
				WO	9745576	A1	04 December 1997

Form PCT/ISA/210 (patent family annex) (January 2015)

10

20

30

40

50

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande internationale n°

PCT/EP2022/087374

A. CLASSEMENT DE L'OBJET DE LA DEMANDE INV. C08J5/24 B29C70/20 B32B5/00 B29B17/00 B29C70/12 ADD.		
Selon la classification internationale des brevets (CIB) ou à la fois selon la classification nationale et la CIB		
B. DOMAINES SUR LESQUELS LA RECHERCHE A PORTE Documentation minimale consultée (système de classification suivi des symboles de classement) C08J B29B B32B B29C		
Documentation consultée autre que la documentation minimale dans la mesure où ces documents relèvent des domaines sur lesquels a porté la recherche		
Base de données électronique consultée au cours de la recherche internationale (nom de la base de données, et si cela est réalisable, termes de recherche utilisés) EPO-Internal, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	US 2014/217332 A1 (SIMMONS MARTIN [GB] ET AL) 7 août 2014 (2014-08-07) alinéas [0067], [0120] -----	1, 2, 5-7, 9, 10
X	US 2013/065471 A1 (MORTIMER STEPHEN [GB]) 14 mars 2013 (2013-03-14) alinéa [0184] -----	1-10
X	US 2001/024722 A1 (MATSUHISA YOJI [JP] ET AL) 27 septembre 2001 (2001-09-27) alinéas [0035], [0043] - [0045] ----- -/--	1-3, 6, 7
☒ Voir la suite du cadre C pour la fin de la liste des documents ☒ Les documents de familles de brevets sont indiqués en annexe		
* Catégories spéciales de documents cités: "A" document définissant l'état général de la technique, non considéré comme particulièrement pertinent "E" document antérieur, mais publié à la date de dépôt international ou après cette date "L" document pouvant jeter un doute sur une revendication de priorité ou cité pour déterminer la date de publication d'une autre citation ou pour une raison spéciale (telle qu'indiquée) "O" document se référant à une divulgation orale, à un usage, à une exposition ou tous autres moyens "P" document publié avant la date de dépôt international, mais postérieurement à la date de priorité revendiquée "T" document ultérieur publié après la date de dépôt international ou la date de priorité et n'appartenant pas à l'état de la technique pertinent, mais cité pour comprendre le principe ou la théorie constituant la base de l'invention "X" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme nouvelle ou comme impliquant une activité inventive par rapport au document considéré isolément "Y" document particulièrement pertinent; l'invention revendiquée ne peut être considérée comme impliquant une activité inventive lorsque le document est associé à un ou plusieurs autres documents de même nature, cette combinaison étant évidente pour une personne du métier "&" document qui fait partie de la même famille de brevets		
Date à laquelle la recherche internationale a été effectivement achevée 30 mars 2023		Date d'expédition du présent rapport de recherche internationale 13/04/2023
Nom et adresse postale de l'administration chargée de la recherche internationale Office Européen des Brevets, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Fonctionnaire autorisé Frison, Céline

Formulaire PCT/ISA/210 (deuxième feuille) (avril 2005)

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Demande Internationale n°

PCT/EP2022/087374

C(suite). DOCUMENTS CONSIDERES COMME PERTINENTS		
Catégorie*	Identification des documents cités, avec, le cas échéant, l'indication des passages pertinents	no. des revendications visées
X	TEWARI U.S ET AL: "Solid particle erosion of unidirectional carbon fibre reinforced polyetheretherketone composites", WEAR, vol. 252, no. 11-12, 1 juillet 2002 (2002-07-01), pages 992-1000, XP055959837, CH ISSN: 0043-1648, DOI: 10.1016/S0043-1648(02)00063-7 Section 2.1, .2; figure 5 -----	1,10

RAPPORT DE RECHERCHE INTERNATIONALE

Renseignements relatifs aux membres de familles de brevets

Demande internationale n°

PCT/EP2022/087374

Document brevet cité au rapport de recherche	Date de publication	Membre(s) de la famille de brevet(s)	Date de publication
US 2014217332 A1	07-08-2014	AU 2013276404 A1	18-12-2014
		BR 112014031120 A2	27-06-2017
		CA 2875635 A1	19-12-2013
		CN 104379650 A	25-02-2015
		EP 2861657 A1	22-04-2015
		ES 2710929 T3	29-04-2019
		JP 6306575 B2	04-04-2018
		JP 2015519459 A	09-07-2015
		JP 2018090814 A	14-06-2018
		KR 20150023734 A	05-03-2015
		RU 2015100898 A	10-08-2016
		US 2014217332 A1	07-08-2014
		US 2015179298 A1	25-06-2015
		WO 2013186389 A1	19-12-2013
US 2013065471 A1	14-03-2013	AU 2011256922 A1	29-11-2012
		BR 112012030020 A2	02-08-2016
		CA 2798826 A1	01-12-2011
		CN 103025804 A	03-04-2013
		CN 107266694 A	20-10-2017
		EP 2576671 A1	10-04-2013
		ES 2717449 T3	21-06-2019
		JP 5940521 B2	29-06-2016
		JP 2013531707 A	08-08-2013
		RU 2012157304 A	10-07-2014
		US 2013065471 A1	14-03-2013
		WO 2011148237 A1	01-12-2011
US 2001024722 A1	27-09-2001	DE 69720650 D1	15-05-2003
		DE 69720650 T2	30-10-2003
		EP 0843033 A1	20-05-1998
		JP 4094670 B2	04-06-2008
		KR 19990035887 A	25-05-1999
		TW 459075 B	11-10-2001
		US 6103211 A	15-08-2000
		US 6221490 B1	24-04-2001
		US 2001024722 A1	27-09-2001
		US 2002009588 A1	24-01-2002
		WO 9745576 A1	04-12-1997

フロントページの続き

,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,D
E,DK,EE,ES,FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV,MC,ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,S
M,TR),OA(BF,BJ,CF,CG,CI,CM,GA,GN,GQ,GW,KM,ML,MR,NE,SN,TD,TG),AE,AG,AL,AM,AO,AT,AU,
AZ,BA,BB,BG,BH,BN,BR,BW,BY,BZ,CA,CH,CL,CN,CO,CR,CU,CV,CZ,DE,DJ,DK,DM,DO,DZ,EC,EE,EG,
ES,FI,GB,GD,GE,GH,GM,GT,HN,HR,HU,ID,IL,IN,IQ,IR,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,L
A,LC,LK,LR,LS,LU,LY,MA,MD,MG,MK,MN,MW,MX,MY,MZ,NA,NG,NI,NO,NZ,OM,PA,PE,PG,PH,PL
,PT,QA,RO,RS,RU,RW,SA,SC,SD,SE,SG,SK,SL,ST,SV,SY,TH,TJ,TM,TN,TR,TT,TZ,UA,UG,US,UZ,VC,V
N,WS,ZA,ZM,ZW

弁理士 村上 智史

(72)発明者 ベンジャミン サード

フランス国, 7 5 0 0 5 パリ, アブニユ ジョルジュ ベルナノズ 2 9

(72)発明者 ロメイン プランシェ

フランス国, 7 5 0 1 7 パリ, ブルバール ベルティエ 1 5

(72)発明者 ニコラス タコエン

フランス国, 7 5 0 1 9 パリ, アブニユ ジャン ジョレス 1 1 8

Fターム (参考) 4F401 AD08 BA09 CA13 FA08Z