

(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2013-163377

(P2013-163377A)

(43) 公開日 平成25年8月22日(2013.8.22)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
B 2 9 C 43/18 (2006.01)	B 2 9 C 43/18	4 F 2 0 4
B 2 9 K 101/12 (2006.01)	B 2 9 K 101:12	
B 2 9 K 105/12 (2006.01)	B 2 9 K 105:12	

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号	特願2013-10233 (P2013-10233)	(71) 出願人	500520743
(22) 出願日	平成25年1月23日 (2013.1.23)		ザ・ボーイング・カンパニー
(31) 優先権主張番号	13/356, 132		The Boeing Company
(32) 優先日	平成24年1月23日 (2012.1.23)		アメリカ合衆国、60606-1596
(33) 優先権主張国	米国 (US)		イリノイ州、シカゴ、ノース・リバーサイド・プラザ、100
		(74) 代理人	100109726
			弁理士 園田 吉隆
		(74) 代理人	100101199
			弁理士 小林 義教

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 幅狭フレーク状の複合繊維材料の圧縮成形法

(57) 【要約】

【課題】完成した複合構成部品全体に一貫した均一の強度特性を付与する、幅狭フレーク状の複合繊維材料の圧縮成形法を提供すること。

【解決手段】複合構成部品に三次元ランダム繊維配向を生じさせる方法が提供されている。本明細書で説明した実施形態によれば、単向性の複合繊維テープから幅狭フレークを作製し型の容器に移して、容器内に幅狭フレークの三次元ランダム繊維配向を生じさせる。少なくとも大部分の幅狭フレークの長さとの縦横比は少なくとも6:1である。幅狭フレークを加熱し圧縮して型に充填し、複合構成部品を作製する。容器内の幅狭フレークの三次元ランダム繊維配向は、幅狭フレークが型全体に押し付けられる間維持されて、完成した複合構成部品全体の一貫した均一の強度特性が得られる。

【選択図】なし

【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複合構成部品に三次元ランダム繊維配向を生じさせる方法であって、単向性の複合繊維テープ 1 0 2 の複数の幅狭フレーク 3 0 4 を型容器 2 0 6 に移すステップ 7 0 2 であって、複数の幅狭フレーク 3 0 4 は各々隣接する幅狭フレーク 3 0 4 との結合が解除され、前記複数の幅狭フレーク 3 0 4 のうちの少なくとも大部分は少なくとも 6 : 1 の縦横比を有するステップ 7 0 2 と、

前記複数の幅狭フレーク 3 0 4 を前記型容器 2 0 6 内で加熱するステップ 7 0 6 と、

前記複数の幅狭フレーク 3 0 4 を前記型容器 2 0 6 内で前記型容器 2 0 6 全体に圧縮して 7 0 6、前記複合構成部品を作製するステップ

を含む方法。

【請求項 2】

前記単向性の複合繊維テープ 1 0 2 が単向性の熱可塑性テープを含み、

前記単向性の熱可塑性テープを 6 : 1 未満の縦横比を有する複数のフレーク 1 0 4 に切断するステップ 8 0 2 と、

前記複数のフレーク 1 0 4 を前記繊維の軸線に沿って破碎して 8 0 4、前記複数の幅狭フレーク 3 0 4 を作製するステップ

をさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記複数のフレーク 1 0 4 を前記繊維 1 0 4 の軸線に沿って破碎して、前記複数の幅狭フレーク 3 0 4 を作製するステップが、

前記複数のフレーク 1 0 4 のうちの大部分が少なくとも 6 : 1 の縦横比を含むまで前記複数のフレーク 1 0 4 を複数の細切刃 5 0 4 を有する混合装置 5 0 2 で混合して前記複数の幅狭フレーク 3 0 4 を作製するステップ 8 0 4 を含む、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記単向性の複合繊維テープ 1 0 2 が単向性の熱可塑性テープを含み、前記単向性の熱可塑性テープを複数の幅狭テープリボン 6 0 2 に細長く切り 9 0 2、前記複数の幅狭テープリボン 6 0 2 をおおよそ等しい寸法属性を有する前記複数の幅狭フレーク 3 0 4 に切断する 9 0 4 ステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記単向性の複合繊維テープ 1 0 2 が単向性の熱可塑性テープを含み、前記単向性の熱可塑性テープを複数の幅狭テープリボン 6 0 2 に細長く切り 9 0 2、前記複数の幅狭テープリボン 6 0 2 を複数の寸法属性を有する前記複数の幅狭フレーク 3 0 4 に切断する 9 0 4 ステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記縦横比が実質的に 8 : 1 を含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記複数の幅狭フレーク 3 0 4 の長さが約 1 / 2 インチであり、幅が 1 / 16 インチである、請求項 6 に記載の方法。

【請求項 8】

前記型容器 2 0 6 内で前記複数の幅狭フレーク 3 0 4 を圧縮した後に、前記複数の幅狭フレーク 3 0 4 の前記型容器 2 0 6 全体の配向が実質的に三次元ランダム繊維配向を含む、請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 9】

前記単向性の複合繊維テープ 1 0 2 が、少なくとも一つの P E K K、P E I、P E E K、P P E、及び P P S の炭素繊維強化樹脂を含む、請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【背景技術】

【0 0 0 1】

10

20

30

40

50

複合構成部品はしばしば、熱硬化性材料、又は熱可塑性材料を使用して製造される。熱硬化性材料、及び熱可塑性材料は従来単向性の構成で配置される炭素繊維を有するテープ又はシートに成形される。結果的に得られた単向性のテープは、さらに小さい断片、又はフレークに切断され、これらは通常正方形、又はほぼ正方形である。これらのフレークを型容器に移し、加熱及び加圧して、型の全ての空洞に押し込む。硬化させた後で、完成した構成部品を型から取り外す。

【 0 0 0 2 】

従来の圧縮成形法では、フレークが型全体に押し付けられると、フレークの配置に従って完成した構成部品の強度に望ましくない変動が生じる。フレークが型容器に堆積すると、本が平面に放り投げられて山になった時に積み重なるのと同様に一枚一枚重なって、フレークの大きい平坦面が互いに当接しフレークが積み重なりやすい。このよくある積み重ね現象は層状スタッキングと呼ばれる。層状スタッキングのフレークが型全体に押し付けられると、スタックの配向が変わるが、フレークは最終的にほぼ積み重なったまま残る。厚さ方向（又はフレークが $x - y$ 面に配向されている場合は z 方向）の張力荷重がかかると、厚さ方向に配向した繊維は比較的にいために、フレークが傾斜して分離する、又は剥離する。この層状スタッキングの配向で構成部品の型に押し付けられた結果、完成構成部品に潜在的な弱点ができる。

10

【 0 0 0 3 】

これらの観点及び他の観点から、ここに本発明が開示される。

20

【発明の概要】

【 0 0 0 4 】

本発明の概要は、以下の詳細説明でさらに述べられる単純化された形式で概念の選択を紹介するために提供されると認識されるべきである。本発明の概要は、請求の範囲の対象の範囲を限定するために使用されることを意図するものではない。

【 0 0 0 5 】

複合構成部品に三次元ランダム繊維配向を生じさせる方法が提供されている。本明細書で提供される本発明の一態様によれば、方法は、単向性の複合繊維テープの幅狭フレークを型容器に移すことを含む。少なくとも大部分の幅狭フレークは、6 : 1 以上の縦横比を有する。容器内の幅狭フレークを加熱及び圧縮して、幅狭フレークを型全体に押し付けて所望の複合構成部品を作製する。

30

【 0 0 0 6 】

別の態様によれば、三次元ランダム繊維配向を複合構造部品に生じさせる方法は、単向性の熱可塑性テープを任意の数の幅狭フレークに変形させることを含む。少なくとも大部分の幅狭フレークは、少なくとも 6 : 1 の縦横比を有する。幅狭フレークの配向が三次元ランダム繊維配向を含むように、幅狭フレークを型の容器に移す。容器内の幅狭フレークを加熱及び圧縮して型に充填し、三次元ランダム繊維配向を有する複合構成部品を作製する。

【 0 0 0 7 】

さらに別の態様によれば、複合構成部品の三次元ランダム繊維配向を生じさせる方法は、単向性の熱可塑性テープを任意の数の幅狭テープリボンに細長く切ることを含む。幅狭テープリボンを細長く切って、少なくとも 6 : 1 の縦横比を有する任意の数の幅狭フレークを作製する。幅狭フレークを型の容器に移し、加熱、及び圧縮して型に充填し、複合構成部品を作製する。

40

【 0 0 0 8 】

説明した特徴、機能および利点は、本開示のさまざまな実施形態において独立して達成可能であり、または、以下の説明および図面を参照してさらなる詳細が理解可能であるさらに他の実施形態において組み合わせてもよい。

【図面の簡単な説明】

【 0 0 0 9 】

【図 1】図 1 A は従来の複合繊維テープの一例の上面図であり、図 1 B は複合繊維テープ

50

から切断された従来のフレークの一例の上面図である。

【図 2】型の容器内の従来のフレークの層状スタッキングを示す従来の圧縮成形システムの断面図である。

【図 3】本明細書に記載される様々な実施形態による、従来のフレークの任意の数の幅狭フレークへの変形を示す上面図である。

【図 4】本明細書に記載される様々な実施形態による、型容器内の幅狭フレークの三次元ランダム繊維配向を示す圧縮成形システムの断面図である。

【図 5】本明細書に記載される一実施形態による、一又は複数の細切刃を有する混合装置を含む幅狭フレーク作製機構の前面図である。

【図 6】本明細書に記載される一実施形態による、複合繊維テープ又は従来のフレークを幅狭フレークに細長く切る及び切断する装置及び / 又は工程を含む幅狭フレーク作製機構の前面図である。

【図 7】本明細書に記載される様々な実施形態による、複合構成部品の三次元ランダム繊維配向を生じさせる方法を示す工程フロー図である。

【図 8】本明細書に記載される様々な実施形態による、複合繊維テープを幅狭フレークに変形させる方法を示す工程フロー図である。

【図 9】本明細書に記載される様々な実施形態による、複合繊維テープを幅狭フレークに変形させる代替方法を示す工程フロー図である。

【発明を実施するための形態】

【0010】

下記の詳細説明は、複合構成部品の三次元ランダム繊維配向を生じさせる方法を対象とする。前に簡単に説明したように、圧縮成形法を用いて作製された従来の複合構成部品はしばしば、型に押し込まれた複合フレークの層状スタッキングの望ましくない領域を含む。完成した構成部品は、型内でかなりの層状スタッキングを有する領域に相当する弱い領域を含み、複合構成部品の使用中にこの領域にせん断力又は張力がかかった時は特に弱い。

【0011】

本明細書で説明する概念を用いることにより、構成部品全体に一貫した複合繊維の三次元ランダム繊維配向が生じるように複合構成部品が製造される。そうすれば、複合構成部品の強度が上がり、最も重要なのは、構成部品の強度に一貫性があり、構成部品、及び同じ方法及び繊維を使用して製造されたその他全ての構成部品全体において予測可能であることである。下に詳細に説明するように、三次元ランダム性は、幅狭フレークが少なくとも 6 : 1 の縦横比を有するように構成された複合繊維材料を用いて達成される。これらの比較的幅狭なフレークは、圧縮成形のために型容器に移した時に層状スタッキングの方へ偏らない。幅狭フレークが圧縮され型全体に押しつけられた時に、ランダム繊維配向は型全体において維持される。

【0012】

下記の詳細説明において本明細書の一部を形成し、説明、特定の実施形態又は実施例として示される添付の図面を参照する。ここで図面を参照する。幾つかの図面において同じ番号は同じ要素を表す。複合構成部品の三次元ランダム繊維配向の生成を説明する。複合繊維テープ 102 の上面図である図 1A に注目する。上述したように、熱可塑性材料は複合繊維テープ 102 に成形され、複合繊維テープ 102 は単向性の構成又は配向に配置された炭素繊維からできている。複合繊維テープ 102 は点線で示すように、フレーク 104 に切断される。当然ながら、図 1A に示す複合繊維テープ 102 では、あくまでも説明目的で限られた数のフレーク 104 が描写されている。従来は、フレーク 104 はほぼ正方形、又は長さとの縦横比が約 1 : 1 であるフレークに切断される。1 : 1 でない場合、フレーク 104 の縦横比はしばしば 2 : 1 未満、又はその他何らかの「低い縦横比」の値であり、フレークの長さに対してかなり幅広いフレークが作られる。

【0013】

図 1B は繊維 106 の単向性の構成を示すフレーク 104 の拡大図である。繊維 106

10

20

30

40

50

と関連樹脂には、非限定的にPEKK、PEI、PEEK、PPE、及びPPSを含む好適な熱可塑性材料が含まれる。図から分かるように、繊維106は互いに実質的に平行に配向しており、単向性の構成の複合繊維テープ102と、対応するフレーク104となっている。

【0014】

図2は、複合繊維テープ102の任意の数のフレーク104を用いた従来の圧縮成形システム200の断面図を示す。従来の圧縮成形システム200には、任意の数の構成部品の空洞204を有する型202が含まれる。構成部品の空洞204は、型202で作製される所望の構成部品に従って形作られ、サイズ指定されている。型202には、任意の数の通路と、様々な構成部品の空洞204に供給するためのターンが含まれる。複合材料を溶かすために加熱しながら、ラム208を使用してフレーク104を通路全体に押し込んで構成部品の空洞204を充填する。

10

【0015】

圧縮する前に、型202の容器206は、圧縮成形工程中に作製される完成構成部品の質量とほぼ等しい量のフレーク104で充填される。上述し図2に示すように、従来法の問題は、従来の低い縦横比の寸法特性を有するフレーク104によく見られる層状スタッキング210現象である。フレーク104を容器206に移す、又はそうでなければ配置する際に、フレーク104は比較的平坦に積み重なって層状スタッキング210がしやすい。フレーク104の層状スタッキング210により、実質的に二次元配向のフレーク104及び対応する繊維106ができる。

20

【0016】

フレーク104を加熱及び加圧すると、フレーク104の積層210構成が型202の構成部品の空洞204全体に押し付けられる。この加熱及び圧縮工程により、フレーク104が通路の角周囲に押し付けられた時に、フレーク104又はフレーク104のスタックの平面配向が曲がる又は変化するが、層状スタッキング210は型202の一又は複数の領域に存在し続ける。構成部品の空洞204内の層状スタッキング210により構成部品の潜在的に弱い領域212ができ、せん断力又は張力に晒された場合に、フレークがバラバラになる、又はそうでなければフレークのスタックが剥離する。図2はフレーク104の層状スタッキング210と、発生した弱い領域212の一例を示すために大幅に簡略化されていることに注意すべきである。

30

【0017】

本発明の一実施形態が記載されている図3に注目する。フレーク104の層状スタッキング210を防止するために、本明細書に記載した概念により、フレーク104又は対応する複合繊維テープ102を、幅狭フレーク作製機構302を介して幅狭フレーク304に変形させる。幅狭フレーク作製機構302の実施形態を、図6に関して下に説明する。幅狭フレーク304は、下にさらに詳しく説明するように、型202の容器206に移した時に、所望の縦横比310が得られ、これにより三次元ランダム繊維配向の幅狭フレーク204が最終的にできるような長さ306及び幅308を有する。所望の縦横比310は、従来のフレーク104に関する縦横比よりもかなり大きいものである。上述したように、従来の縦横比は約1:1~4:1である。様々な実施形態によれば、所望の縦横比は6:1又はそれ以上である。つまり、一実施形態によれば、幅狭フレーク304の長さ306は、幅狭フレーク304の幅308の少なくとも六倍である。一実施形態によれば、所望の縦横比310は約8:1である。例えば、幅狭フレーク304の長さ306は1/2インチであり、幅208は1/16インチであり、幅狭フレーク304の縦横比は8:1となる。

40

【0018】

図4を参照する。幅狭フレーク304を型202の容器206に移すと、所望の縦横比310により、幅狭フレーク304が三次元ランダム繊維配向に実質的に配置される。この三次元ランダム繊維配向では、実質的に単向性である、幅狭フレーク304それぞれの中の繊維106が、隣接した大部分の幅狭フレーク304の繊維106と実質的に平行し

50

ていない。つまり、幅狭フレーク 3 0 4 は従来のフレーク 1 0 4 でよく見られる層状スタッピング 2 1 0 ではなく、全ての平面にわたって全方向に延在する。こうすれば、幅狭フレーク 3 0 4 が加熱され型 2 0 2 の通路、及び構成部品の空洞 2 0 4 全体に押し付けられた際に、三次元ランダム繊維配向の幅狭フレーク 3 0 4 が実質的に維持される。

【 0 0 1 9 】

完成した構成部品は等方性強度特性を有し、構成部品には層状スタッピング 2 1 0 による特定方向に弱い領域 2 1 2 が全く発生しない。加えて、完成した構成部品は、上述した同じ型 2 0 2 及びフレーク 1 0 4 を使用して圧縮成形された同一の構成部品と比較して、強度特性が強化される。これは、幅狭フレーク 3 0 4 により、繊維 1 0 6 が構成部品全体で一貫して全方向に位置づけされるからである。加熱及び加圧して幅狭フレーク 3 0 4 を型 2 0 2 全体に押し付ける前に、繊維 1 0 6 を三次元にインターレースすることによって、冷却後の型 2 0 2 と完成した構成部品全体のランダム繊維配向の分布が確実となる。

10

【 0 0 2 0 】

図 5 は、一又は複数の細切刃 5 0 4 を有する混合装置 5 0 2 を含む幅狭フレーク作製機構の一実施形態を示す。この実施形態によれば、複合繊維テープ 1 0 2 を上述したようにフレーク 1 0 4 に切断する。次にフレーク 1 0 4 を、一又は複数の細切刃 5 0 4 によってフレーク 1 0 4 に打撃を加える工業用ミキサー又はその他の装置等の混合装置 5 0 2 に配置する。フレーク 1 0 4 と接触すると、細切刃 5 0 4 からの衝撃力によりフレーク 1 0 4 が繊維 1 0 6 に対して平行な軸に沿って破碎し、同じ長さ 3 0 6 を有するが元のフレーク 1 0 4 よりも幅 3 0 8 が短い複数のフレーク 1 0 4 ができる。フレーク 1 0 4 の破碎は、大部分のフレーク 1 0 4 が所望の縦横比 3 1 0 に対応する十分短い幅 3 0 8 を有して、幅狭フレーク 3 0 4 が出来上がるまで継続される。

20

【 0 0 2 1 】

この幅狭フレーク作製機構 3 0 2 の使用により、全体的に均一でない幅狭フレーク 3 0 4 が作製される。一例として、大部分の幅狭フレーク 3 0 4 の縦横比が 8 : 1 である一方で、その他の幅狭フレークの縦横比は 6 : 1 ~ 1 0 : 1 である。この幅狭フレークの不均一性は、特定用途によっては望ましい、又は望ましくない場合がある。幅狭フレーク 3 0 4 の約 7 5 % の縦横比 3 1 0 が約 6 : 1 以上である限り、型 2 0 2 の容器 2 0 6 に充填される幅狭フレーク 3 0 4 は三次元ランダム繊維配向となる。一実施形態によれば、完成した構成部品内の幅狭フレークの少なくとも 7 5 % の縦横比が少なくとも 6 : 1 であれば、構成部品全体が実質的に三次元ランダム繊維配向となる。

30

【 0 0 2 2 】

図 6 に示す代替実施形態によれば、幅狭フレーク作製機構 3 0 2 は、複合繊維テープ 1 0 2 又はフレーク 1 0 4 を幅狭フレーク 3 0 4 に細長く切る及び切断する装置及び / 又は工程を含む。一実施形態によれば、複合繊維テープ 1 0 2 は、幅狭フレーク 3 0 4 の所望の幅 3 0 8 を有する幅狭テープリボン 6 0 2 に切り込まれる。複合繊維テープ 1 0 2 を細長く切った後で、幅狭テープリボン 6 0 2 は点線で示す所望の長さ 3 0 6 に切断され又は細切りされて、幅狭フレーク 3 0 4 が作製される。

【 0 0 2 3 】

当然ながら、熱可塑性又はその他の複合繊維材料を細長く切る及び切断する全ての適切な機器を用いることが可能である。さらに、テープを所望の幅 3 0 8 に細長く切って幅狭フレーク 3 0 4 を作製する前に、複合繊維テープ 1 0 2 を幅狭フレーク 3 0 4 の長さ 3 0 6 に対応する所望の長さに切断する。複合繊維テープ 1 0 2 は、代替的に型打ちして縦及び横に同時に切断し、幅狭フレーク 3 0 4 を作製することができる。代替実施形態によれば、比較的低い縦横比を有するフレーク 1 0 4 を、従来技術を使用して複合繊維テープ 1 0 2 から作製することができる。次にフレーク 1 0 4 の適切な箇所を細長く切って、約 6 : 1 又はそれ以上の縦横比を有する幅狭フレーク 3 0 4 を作製する。幅狭フレーク作製機構 3 0 2 の複数の実施形態を説明してきたが、当然ながら、幅狭フレーク作製機構 3 0 2 は、複合繊維テープ 1 0 2 及び / 又は対応するフレーク 1 0 4 を所望の縦横比 3 1 0 を有する幅狭フレーク 3 0 4 を細長く切る、細切りする、切断する、又は別のやり方で変形

40

50

させるように動作するすべての機械又は工程を含む。

【0024】

フレーク104を破砕して幅狭フレーク304にする代わりに、複合繊維テープ102を幅狭フレーク304に細長く切る及び切断する一つの潜在的な利点は、幅狭フレーク304全体又は任意の部分を所望の精確な長さ306及び幅308に切断できるということである。この複合構造部品内に含まれる幅狭フレーク304の精確性を制御することにより、所望の強度特性を有する均一の構成部品を一貫して作製することが可能になる。この細長く切る工程及び切断工程を用いる一実施形態によれば、完成構成部品内の実質的にすべての幅狭フレークの縦横比が少なくとも6:1となり、この結果、構成部品全体が実質的に三次元ランダム繊維配向となる。

10

【0025】

作製される構成部品の特徴によって、型の一か所に特定の長さ306、幅308、及び対応する縦横比310を有する幅狭フレーク304のサブセットを使用する一方で、第1サブセットとは異なる長さ306、幅308、及び対応する縦横比310を有する幅狭フレーク304の第2サブセットを使用すると有利である。すなわち、様々な実施形態によれば、複合繊維テープ102を任意の数の幅狭テープリボン602に切断し、次にさらにどれもが同等の寸法属性又は様々な寸法属性を有する任意の数の幅狭フレーク304に切断する。

【0026】

本明細書に記載した工程及び構成部品は熱可塑性材料に関して説明されたが、幅狭フレーク304の作製が可能になる、及び容器206内で三次元配向された幅狭フレーク304を加熱し圧縮した時に、型202全体で三次元ランダム繊維配向の流れが可能になる特徴を有する他の材料の場合によっては適用可能であることを認識すべきである。本明細書に記載した実施形態は熱硬化性材料、及び氷点を上回る温度においてフレークの樹脂に架橋が起こり、その結果、粘度及びフレークの特性により、加熱中に三次元ランダム繊維配向を複雑な型のすべての構成部品の空洞全体に押し込むことができない性質を持つ材料には適用できない場合があることに注意すべきである。対照的に、熱可塑性材料及び類似の材料では、室温又は氷点を上回る温度、すなわち華氏50度以上で幅狭フレーク304が作製されるため、生産費が最小限に抑えられる。構成部品作製工程は次に、機械的な圧力及び熱を利用して行われ、その後完成した構成部品は使用可能である、又は冷却後にさらに処理が行われる。

20

30

【0027】

ここで図7に注目し、複合構成部品の三次元ランダム繊維配向を生じさせる手順700を詳しく説明する。図面で示し本明細書の説明に記載されるよりも多くの又は少ない作業が行われる場合があることを認識すべきである。これらの作業は本明細書で説明するのとは異なる順番で行うこともできる。

【0028】

手順700は、作業702において開始し、作業702では、複合繊維テープ102を幅狭フレーク304に変形させる。複合繊維テープ102から幅狭フレーク304を作製する2つの異なる実施形態を、図8及び9に関して下に説明する。少なくとも6:1の縦横比を有する幅狭フレーク304が作製される。作業702から、手順700は作業704に続き、ここで幅狭フレーク304を型202の容器206に移す。幅狭フレーク304は少なくとも6:1の所望の縦横比310を有するため、幅狭フレーク304は容器206内で三次元ランダム繊維配向で静止する。幅狭フレーク304は容器206に移される時に隣接する幅狭フレーク304との結合が外れる場合があることを注意すべきである。つまり、フレークが室温、また一般に氷点を上回る温度において粘着性がある熱硬化性材料への適用と違い、幅狭フレーク304は氷点を上回る温度においてほぐれて、又は個々に離れて容器206内に落ち、所望の三次元ランダム繊維配向が作製される。これは幅狭フレーク304が隣接する幅狭フレーク304に縛られていない又はそうでなければ引きつけられていないからである。

40

50

【 0 0 2 9 】

手順 7 0 0 は作業 7 0 4 から作業 7 0 6 へ続き、ここで容器 2 0 6 内の幅狭フレーク 3 0 4 に熱及び圧力を印加して、幅狭フレーク 3 0 4 を型 2 0 2 の構成部品の空洞 2 0 4 全体に押し込む。容器 2 0 6 内の幅狭フレーク 3 0 4 の三次元ランダム繊維配向により、このランダム配向が型 2 0 2 全体に広がり、完成した構成部品全体に一貫した強度特性が付与される。作業 7 0 6 において、構成部品は型 2 0 2 から外す前に少なくとも部分的に冷却され固化して、手順 7 0 0 は終了する。

【 0 0 3 0 】

図 8 は、複合繊維テープ 1 0 2 を幅狭フレーク 3 0 4 に変形させる図 7 の作業 7 0 2 に対応する手順 8 0 0 を示す。この実施形態の一例を、フレーク 1 0 4 を破砕して幅狭フレーク 3 0 4 にする混合装置 5 0 2 の使用に関して図 5 に示す。手順 8 0 0 は作業 8 0 2 で開始し、ここで複合繊維テープ 1 0 2 をフレーク 1 0 4、又は低縦横比フレークに切断する。作業 8 0 4 において、フレーク 1 0 4 を混合装置 5 0 2 内で混合し、細切刃 5 0 4 でフレーク 1 0 4 に打撃を加え、繊維 1 0 6 間のフレーク 1 0 4 を破砕して所望の縦横比 3 1 0 を有する幅狭フレーク 3 0 4 を作製して手順 8 0 0 が終了する。当然のことながら、この実施形態は混合装置 5 0 2 の使用に限定されない。むしろ、フレーク 1 0 4 に打撃を加えて、又はそうでなければフレーク 1 0 4 に十分な力を加えてフレーク 1 0 4 を破砕して幅狭フレーク 3 0 4 にするように構成されたすべての機器を使用することができる。

【 0 0 3 1 】

図 9 は、複合繊維テープ 1 0 2 を幅狭フレーク 3 0 4 に変形させる図 7 の作業 7 0 2 に対応する代替手順 9 0 0 を示す。複合繊維テープ 1 0 2 を一又は複数の所望の縦横比 3 1 0 を有する幅狭フレーク 3 0 4 を細長く切る及び切断することに関して、この実施形態の一例を図 6 に示す。手順 9 0 0 は作業 9 0 2 において開始し、ここで複合繊維テープ 1 0 2 を幅狭テープリボン 6 0 2 に細長く切る。幅狭テープリボン 6 0 2 の一又は複数の幅は、作製される幅狭フレーク 3 0 4 の所望の幅 3 0 8 に対応する。作業 9 0 4 において、幅狭テープリボン 6 0 2 を作製している幅狭フレーク 3 0 4 の所望の長さ 3 0 6 に対応する一又は複数の長さに切断し、手順 9 0 0 は終了する。

【 0 0 3 2 】

前述した内容に基づいて、複合構成部品に三次元ランダム繊維配向を生じさせる技術が本明細書に記載されていることを認識すべきである。上に述べられた内容は図面のみにより提供されているが、これに限定するものと解釈されるべきではない。図示され説明が加えられた実施形態や適用例に正確に従わなくとも、本発明の開示の真の精神と範囲から逸脱しなければ、ここで述べられた内容に対し、様々な修正や変更が行われてもよく、このことは後に続く請求の範囲で明記される。

【 0 0 3 3 】

本発明の一態様により、複合構成部品に三次元ランダム繊維配向を生じさせる方法が提供されており、この方法は、単向性の複合繊維テープの複数の幅狭フレークを型容器に移すことを含み、複数の幅狭フレークはそれぞれ隣接する幅狭フレークとの結合から外れており、複数の幅狭フレークのうちの少なくとも大部分の縦横比は少なくとも 6 : 1 である。この方法はさらに、型容器内で複数の幅狭フレークを加熱し、容器内の複数の幅狭フレークを型全体に圧縮して複合構成部品を作製することを含む。

【 0 0 3 4 】

単向性の複合繊維テープが単向性の熱可塑性テープを含む上に開示した方法はさらに、単向性の熱可塑性テープを 6 : 1 未満の縦横比を有する複数のフレークに切断し、複数のフレークを繊維の軸線に沿って破砕して複数の幅狭フレークを作製することを含む。

【 0 0 3 5 】

複数のフレークを繊維の軸線に沿って破砕して複数の幅狭フレークを作製する上に開示した方法は、複数のフレークを複数の細切刃を有する混合装置で複数のフレークのうちの大部分が少なくとも 6 : 1 の縦横比を含むまで混合して、複数の幅狭フレークを作製することを含む。

10

20

30

40

50

【 0 0 3 6 】

単向性の複合繊維テープが単向性の熱可塑性テープを含む上に開示した方法はさらに、単向性の熱可塑性テープを複数の幅狭テープリボンに細長く切り、複数の幅狭テープリボンをおおよそ等しい寸法属性を有する複数の幅狭フレークに切断することを含む。

【 0 0 3 7 】

単向性の複合繊維テープが単向性の熱可塑性テープを含む上に開示した方法がさらに、単向性の熱可塑性テープを複数の幅狭テープリボンに細長く切り、複数の幅狭テープリボンを複数の寸法属性を有する複数の幅狭フレークに切断することを含む。

【 0 0 3 8 】

上に開示した方法では、8 : 1 の縦横比が実質的に含まれる。

10

【 0 0 3 9 】

上に開示した方法では、複数の幅狭フレークはおおよそ長さが 1 / 2 インチ、幅が 1 / 16 インチの幅狭フレークが含まれる。

【 0 0 4 0 】

上に開示した方法では、複数の幅狭フレークを容器内で圧縮した後の型全体の複数の幅狭フレークの配向には、実質的に三次元ランダム繊維配向が含まれる。

【 0 0 4 1 】

上に開示した方法では、単向性の複合繊維テープは、少なくとも 1 つの P E K K、P E I、P E E K、P P E、及び P P S の炭素繊維強化樹脂を有する単向性の熱可塑性テープを含む。

20

【 0 0 4 2 】

本発明の一態様により、複合構成部品に三次元ランダム繊維配向を生じさせる方法が提供されており、この方法は、単向性の熱可塑性テープを複数の幅狭フレークに変形させるステップであって、複数の幅狭フレークのうちの少なくとも大部分の縦横比は少なくとも 6 : 1 であるステップと、容器内の複数の幅狭フレークの配向が実質的に三次元ランダム繊維配向を含むように、型の容器に複数の幅狭フレークを移すステップと、複数の幅狭フレークを容器内で加熱し、複数の幅狭フレークを型全体の容器内で圧縮するステップを含む。

【 0 0 4 3 】

上に開示した方法では、単向性の熱可塑性テープを複数の幅狭フレークに変形させるステップが、単向性の熱可塑性テープを 2 : 1 未満の縦横比を有する複数のフレークに切断し、複数のフレークを繊維の軸線に沿って破碎して、複数の幅狭フレークを作製することを含む。

30

【 0 0 4 4 】

上に開示した方法では、複数のフレークを繊維の軸線に沿って破碎して複数の幅狭フレークを作製するステップが、複数のフレークのうちの大部分の縦横比が少なくとも 6 : 1 になるまで、複数のフレークを複数の細切刃を有する混合装置で混合して複数の幅狭フレークを作製することを含む。

【 0 0 4 5 】

上に開示した方法では、単向性の熱可塑性テープを複数の幅狭フレークに変形させるステップが、単向性の熱可塑性テープを複数の幅狭テープリボンに細長く切り、複数の幅狭テープリボンをほぼ等しい寸法属性を有する複数の幅狭フレークに切断することを含む。

40

【 0 0 4 6 】

上に開示した方法では、単向性の熱可塑性テープを複数の幅狭フレークに変形させるステップが、単向性の熱可塑性テープを複数の幅狭テープリボンに細長く切り、複数の幅狭テープリボンを複数の寸法属性を有する複数の幅狭フレークに切断することを含む。

【 0 0 4 7 】

上に開示した方法では、縦横比には実質的に 8 : 1 が含まれる。

【 0 0 4 8 】

50

上に開示した方法では、複数の幅狭フレークを容器内で圧縮した後の型全体の複数の幅狭フレークの配向は、実質的に三次元ランダム繊維配向を含む。

【0049】

本発明の一態様により、複合構成部品に三次元ランダム繊維配向を生じさせる方法が提供されており、この方法は、単向性の熱可塑性テープを複数の幅狭テープリボンに細長く切り、複数の幅狭テープリボンを切断して少なくとも6：1の縦横比を有する複数の幅狭フレークを作製し、複数の幅狭フレークを型の容器に移し、容器内の複数の幅狭フレークを加熱し、容器内の複数の幅狭フレークを圧縮して型に充填し、複合構成部品を作製することを含む。

【0050】

上に説明した方法では、複数の幅狭テープリボンを切断して少なくとも6：1の縦横比を有する複数の幅狭フレークを作製するステップが、複数の幅狭テープリボンをほぼ等しい寸法属性を有する複数の幅狭フレークに切断することを含む。

【0051】

上に開示した方法では、複数の幅狭テープリボンを切断して少なくとも6：1の縦横比を有する複数の幅狭フレークを作製するステップが、複数の幅狭テープリボンを複数の寸法属性を有する複数の幅狭フレークに切断することを含む。

【0052】

上に開示した方法では、複数の幅狭フレークを型の容器に移すステップが、型内の複数の幅狭フレークの配向が実質的に三次元ランダム繊維配向からなるように型の容器に複数の幅狭フレークを移すことを含み、複数の幅狭フレークの縦横比には少なくとも8：1が含まれる。

【0053】

本発明の一態様は、単向性の熱可塑性テープの複数の幅狭フレークを含む複合構成部品を提供し、複数の幅狭フレークのうちの少なくとも75%は少なくとも6：1の縦横比を含む。

【0054】

上に開示した複合構成部品では、少なくとも6：1の縦横比を含む複数の幅狭フレークのうちの少なくとも75%が、三次元ランダム繊維配向に従って実質的に配向されている。

【符号の説明】

【0055】

- 102 単向性の複合繊維テープ
- 104 複数のフレーク
- 106 繊維
- 200 従来の圧縮成形システム
- 202 型
- 204 構成部品の空洞
- 206 容器
- 208 ラム
- 210 層状スタッキング
- 212 構成部品の潜在的に弱い領域
- 302 幅狭フレーク作製機構
- 304 幅狭フレーク
- 306 幅狭フレークの長さ
- 308 幅狭フレークの幅
- 310 縦横比
- 502 混合装置
- 504 細切刃
- 602 幅狭テープリボン

10

20

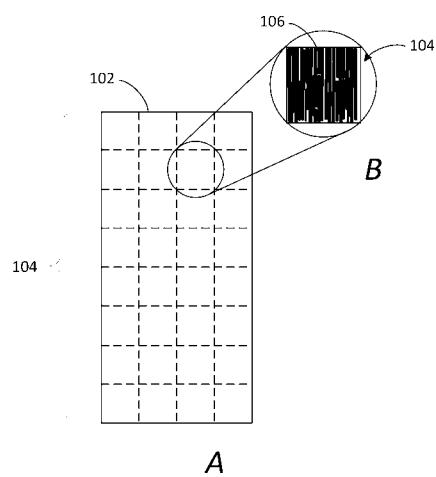
30

40

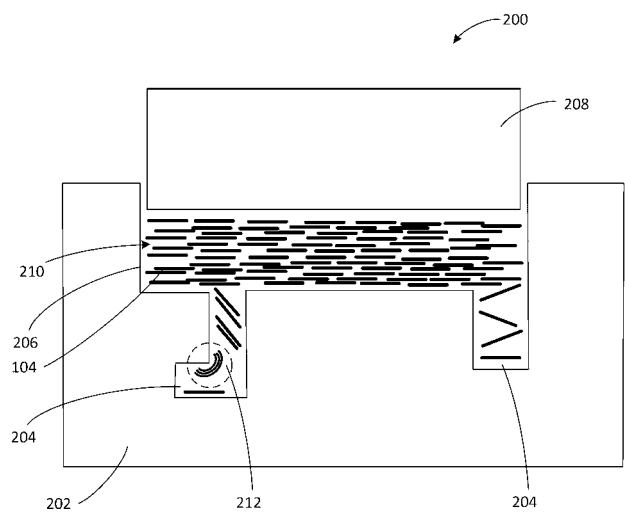
50

- 7 0 0 複合構成部品の三次元ランダム繊維配向を生じさせる手順
8 0 0 図 7 の作業 7 0 2 に対応する手順
9 0 0 図 7 の作業 7 0 2 に対応する代替手順

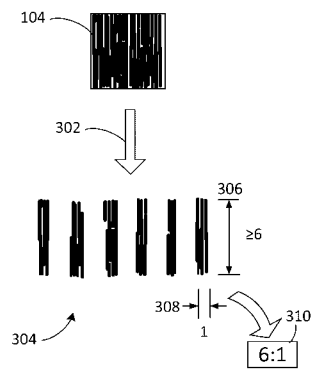
【 図 1 】



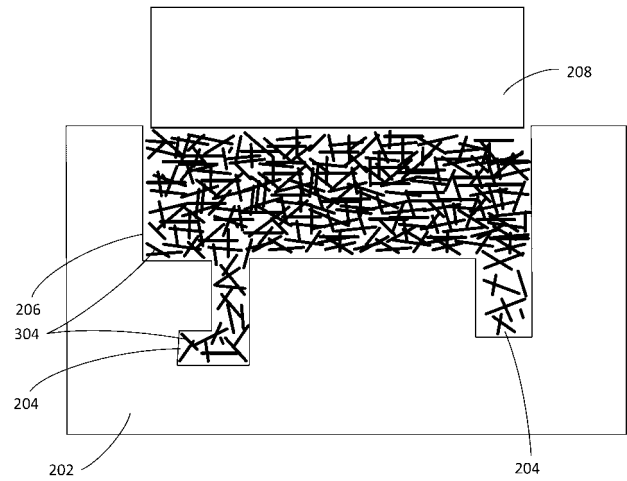
【 図 2 】



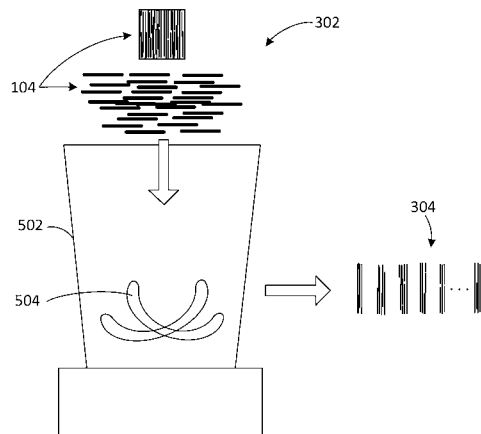
【 図 3 】



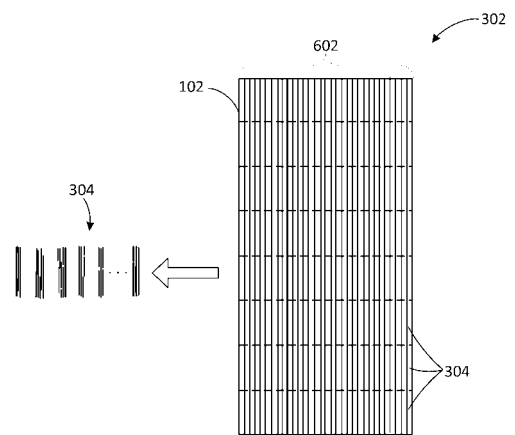
【 図 4 】



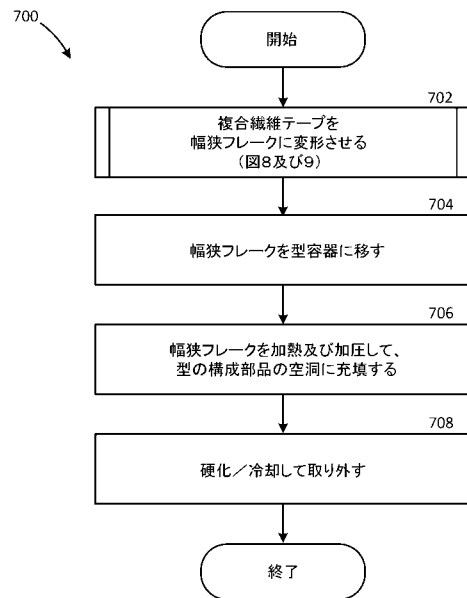
【 図 5 】



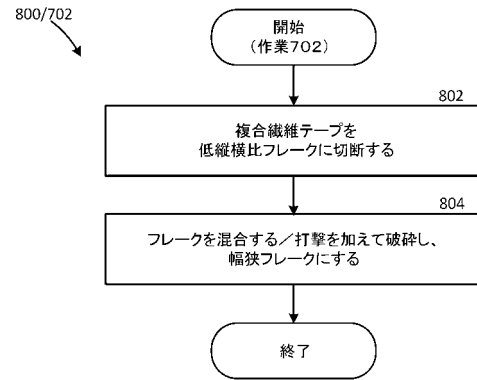
【 図 6 】



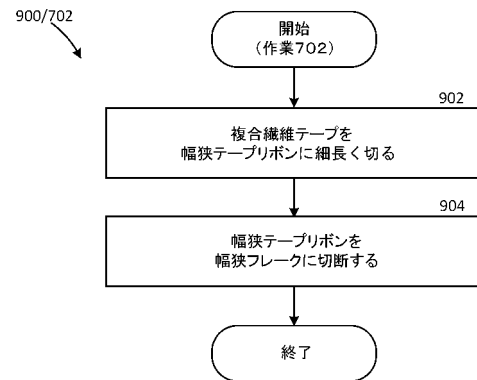
【図 7】



【図 8】



【図 9】



フロントページの続き

- (72)発明者 フィッシャー, エドワード マクマレイ, ジュニア
アメリカ合衆国 アラバマ 3 5 8 2 4, ハンツヴィル, ボーイング プールヴァード 4 9
9, エム/シー ジェーアール - 2 4
- (72)発明者 コード, デニス リン
アメリカ合衆国 アラバマ 3 5 8 2 4 - 6 4 0 2, ハンツヴィル, ボーイング プールヴァ
ード 4 9 9, エム/シー ジェーダブリュ - 5 6
- (72)発明者 カーター, ブライアン アレン
アメリカ合衆国 アラバマ 3 5 8 1 3, ハンツヴィル, ボーイング プールヴァード 4 9
9, エム/シー ジェーアール - 2 4
- (72)発明者 ハーディン, グレン デーヴィッド
アメリカ合衆国 アラバマ 3 5 8 1 3 - 6 4 0 2, ハンツヴィル, ピー.オー. ボックス
2 4 0 0 0 2, エム/シー ジェーアール - 2 4
- (72)発明者 サーバー, ジョン ポール
アメリカ合衆国 アラバマ 3 5 8 1 3 - 6 4 0 2, ハンツヴィル, ピー.オー. ボックス
2 4 0 0 0 2, エム/シー ジェーアール - 2 4
- (72)発明者 ベイリー, ダグラス ユージン
アメリカ合衆国 アラバマ 3 5 8 1 3 - 6 4 0 2, ハンツヴィル, ピー.オー. ボックス
2 4 0 0 0 2, エム/シー ジェーダブリュ - 5 6
- F ターム(参考) 4F204 AA32 AA34 AB25 AD02 AD16 AG02 FA01 FB01 FB11 FE18
FF05 FH06 FH19 FN06 FN07 FN11 FN15

【外国語明細書】

2013163377000001.pdf

2013163377000002.pdf

2013163377000003.pdf

2013163377000004.pdf