

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公表特許公報(A)

(11)公表番号
特表2025-507753
(P2025-507753A)

(43)公表日 令和7年3月21日(2025.3.21)

(51)国際特許分類
C 0 8 J 5/04 (2006.01)

F I
C 0 8 J 5/04

テーマコード (参考)
4 F 0 7 2

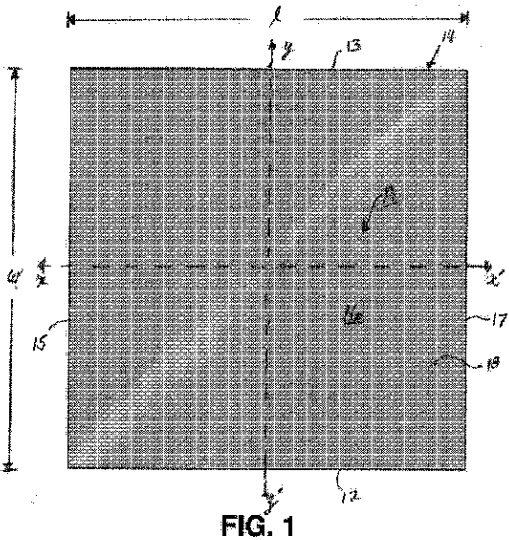
審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全59頁)

(21)出願番号	特願2024-550768(P2024-550768)	(71)出願人	514179458
(86)(22)出願日	令和5年2月28日(2023.2.28)		グリーン, ツイード テクノロジーズ,
(85)翻訳文提出日	令和6年10月25日(2024.10.25)		インコーポレイテッド
(86)国際出願番号	PCT/US2023/063406		アメリカ合衆国 デラウェア 1 9 8 0 1
(87)国際公開番号	WO2023/164725		, ウィルミントン, ノース マーケット
(87)国際公開日	令和5年8月31日(2023.8.31)		ストリート 1 1 0 5, 스위트 1 3
(31)優先権主張番号	63/315,022		0 0
(32)優先日	令和4年2月28日(2022.2.28)	(74)代理人	110000110
(33)優先権主張国・地域又は機関			弁理士法人 快友国際特許事務所
	米国(US)	(72)発明者	サムエル シュトゥッツ
(81)指定国・地域	AP(BW,CV,GH,GM,KE,LR,LS,MW,MZ		スイス国 1 4 4 3 シャンヴァン, リュ
	,NA,RW,SD,SL,ST,SZ,TZ,UG,ZM,ZW),		デュ シャトー, 1 ビス
	EA(AM,AZ,BY,KG,KZ,RU,TJ,TM),EP(	(72)発明者	ニコラス ヴァイベル
	AL,AT,BE,BG,CH,CY,CZ,DE,DK,EE,ES,		スイス国 1 1 1 2 エシシャン, シュ
	FI,FR,GB,GR,HR,HU,IE,IS,IT,LT,LU,LV		ド フォルネ, 2 3
	最終頁に続く		最終頁に続く

(54)【発明の名称】 漸進的端部を有する改良長繊維強化ポリマー複合体フレーク、それを提供する方法、及び、それから形成された、改善された強度と衝撃耐性を有する物品

(57)【要約】

物品の形成に使用するための改良ポリマー複合体フレークを提供する方法、それから形成される物品、及び改良ポリマー複合体フレークが記載され、そのような改良ポリマー複合体フレークから形成され得られる物品が、増強された引張強度及び衝撃耐性、特に高速での引張強度及び衝撃耐性を有し、ならびに改良ポリマー複合体フレークを使用することによってポリマー複合体から形成される物品の平均引張強度及び／又は衝撃耐性を増大させる方法が本明細書において記載される。この方法は、少なくとも1つのポリマーマトリクス材料と、ポリマーマトリクス材料を通して延びる第1の繊維材料の長い強化繊維とを有する複合体を提供することと、複合体から少なくとも1つのフレークを形成することと、を含み、少なくとも1つのフレークは、外縁を有する外面を有し、外縁の一部は、少なくとも1つのフレークの外縁に少なくとも1つの外縁特徴を提供するように構成され、それにより、改良ポリマー複合体フレークを提供する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

物品の形成に使用するための改良ポリマー複合体フレークを提供する方法であって、

(a) 少なくとも 1 つのポリマーマトリクス材料と、前記ポリマーマトリクス材料を通して延びる第 1 の繊維材料の長い強化繊維と、を有する複合体を提供することと、

(b) 前記複合体から少なくとも 1 つのフレークを形成することであって、

前記少なくとも 1 つのフレークは、外縁を有する外面を有し、

前記外縁の一部は、前記少なくとも 1 つのフレークの前記外縁に少なくとも 1 つの外縁特徴を提供するように構成され、それにより、改良ポリマー複合体フレークを提供する、前記形成することと、

を含む、方法。

10

【請求項 2】

前記複合体を切断して前記少なくとも 1 つのフレークを形成することによって前記少なくとも 1 つのフレークを形成することをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記少なくとも 1 つのフレークは、切断装置によって切断される、請求項 2 に記載の方法。

【請求項 4】

前記複合体は、テープ、プレート、及び、シートから選択される形態である、請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 5】

前記複合体内の前記長い強化繊維は、一方向に延びる、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記複合体内の前記長い強化繊維は、連続する長い強化繊維である、請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記複合体はテープの形態であり、かつ、前記長い強化繊維は一方向に延びる連続する長い強化繊維である、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記少なくとも 1 つの外縁特徴は、少なくとも 2 つの角度のついた辺を有する、請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 9】

前記外縁特徴の前記少なくとも 2 つの角度のついた辺は、約 5° から約 120° の角度で互いに向かって角度がついている、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 10】

前記外縁特徴の前記少なくとも 2 つの角度のついた辺は、約 20° から約 90° の角度で互いに向かって角度がついている、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

前記外縁特徴の前記少なくとも 2 つの角度のついた辺は、約 20° から約 60° の角度で互いに向かって角度がついている、請求項 10 に記載の方法。

40

【請求項 12】

前記外縁特徴の前記少なくとも 2 つの角度のついた辺は、約 30° から約 60° の角度で互いに向かって角度がついている、請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記外縁特徴の前記少なくとも 2 つの角度のついた辺は、連続し、前記少なくとも 2 つの角度の付いた辺間の接触点で前記角度の頂点を共に形成する、請求項 12 に記載の方法。

【請求項 14】

複数の外縁特徴がある、請求項 8 に記載の方法。

【請求項 15】

50

各外縁特徴の前記少なくとも2つの角度のついた辺は、連続し、前記少なくとも2つの角度の付いた辺間の接触点で角度の頂点を共に形成し、前記少なくとも1つの外縁特徴を有する前記外縁の部分がジグザグパターンを有するように、前記複数の外縁特徴のうちの少なくとも2つの外縁特徴も連続している、請求項14に記載の方法。

【請求項16】

前記少なくとも1つのフレークの前記外縁は、少なくとも3つの外縁部を有し、前記外縁部の少なくとも2つは、前記ジグザグパターンを有する、請求項15に記載の方法。

【請求項17】

前記少なくとも1つのフレークの中の前記長い強化繊維は、一方向に延び、かつ、前記少なくとも1つのフレークを通して第1の方向に延び、

10

前記ジグザグパターンを有する前記外縁部は、前記第1の方向に対して角度のついた第2の方向に延びる、請求項15に記載の方法。

【請求項18】

前記第2の方向と前記第1の方向との間の前記角度が約90°である、請求項17に記載の方法。

【請求項19】

前記第2の方向と前記第1の方向との間の前記角度が約60°から約90°である、請求項17に記載の方法。

【請求項20】

20

前記少なくとも1つの外縁特徴は、三角形状、パラボラ形状、平行四辺形状、ベル形状、弾丸形状、矢じり形状、及び、台形状から選択される形状を有するように構成され、

2以上の外縁特徴がある場合、それぞれの外縁特徴は同じであっても異なってもよい、請求項1に記載の方法。

【請求項21】

前記少なくとも1つの外縁特徴は、長方形状を有する平行四辺形状である、請求項20に記載の方法。

【請求項22】

前記外縁特徴を有する前記外縁の部分に2以上の外縁特徴があり、前記外縁特徴が一緒になってパターンを形成することを特徴とする、請求項20に記載の方法。

30

【請求項23】

前記少なくとも1つのフレークは、4つの外縁部を有し、そのうちの2つが対向する外縁部であり、その2つの対向する外縁部の各々は、前記パターンが前記2つの対向する外縁部の実質的に全て沿って延びるように、かつ、前記少なくとも1つのフレーク亘って長手方向に測定される前記2つの対向する外縁部の間の距離が前記パターン全体に亘って実質的に同じままであるように、その上に形成された前記パターンを有する、請求項22に記載の方法。

【請求項24】

前記ポリマーマトリクス材料は熱可塑性樹脂であり、ポリスルホン、ポリスルフィド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリアミド、ポリアリーレンポリマー、フルオロポリマー、及び、それらの組み合わせ及びそのコポリマーのうちの1つ又は複数である、請求項1に記載の方法。

40

【請求項25】

前記ポリマーマトリクス材料は、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトンケトン、及び、それらの組み合わせ及びそのコポリマーのうちの1つ又は複数であるポリアリーレンポリマーである、請求項24に記載の方法。

【請求項26】

前記ポリマーマトリクス材料は、テトラフルオロエチレンと少なくとも1種のペルフルオロアルキルビニルエーテルとのコポリマー、テトラフルオロエチレンと少なくとも1種の他のペルフルオロアルキレン、ポリクロロトリフルオロエチレン、エチルクロロトリフ

50

ルオロエチレン、エチルトリフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデン、ポリフッ化ビニルとのコポリマー、及び、これらの組み合わせ及びコポリマーのうちの少なくとも1つであるフルオロポリマーである、請求項24に記載の方法。

【請求項27】

前記ポリマーマトリクス材料は熱硬化性ポリマーであり、熱硬化性エラストマー、エポキシ樹脂、熱硬化性ビスシトラコンイミド、ビスマレイミド、ビスマレイミド／トリアジン／エポキシ樹脂、シアネートエステル、シアネート樹脂、フラン樹脂、フェノール樹脂、尿素ホルムアルデヒド樹脂、メラミン－ホルムアルデヒド樹脂、フタロシアニン樹脂、ポリベンゾオキサゾール樹脂、アセチレン末端ポリイミド樹脂、シリコーン、ポリトリアジン、熱硬化性ポリビニルエステル、熱硬化性ポリウレタン、ポリテトラフルオロエチレン、メラミン、ポリアルキド、キシレン樹脂のうちの1つ又は複数である、請求項1に記載の方法。

10

【請求項28】

前記少なくとも1つのフレークの中の前記長い強化繊維は、無機繊維、セラミック繊維、ガラス繊維、グラファイト繊維、炭素繊維、熱可塑性繊維、熱硬化性繊維、及び、それらの組み合わせのうちの1つ又は複数である、請求項1に記載の方法。

【請求項29】

前記少なくとも1つのフレークの前記外縁は、前記少なくとも1つのフレークの前記外面上に、一般に三角形、少なくとも5つの辺を有する多角形、円、平行四辺形、又は、台形である全体形状を有する表面領域を画定し、

20

前記少なくとも1つの外縁特徴が、そのような表面領域形状の少なくとも1つの縁部に形成される、請求項1に記載の方法。

【請求項30】

前記外縁によって画定される前記表面領域は、正方形、長方形、及び、ひし形から選択される平行四辺形であることを特徴とする、請求項29に記載の方法。

【請求項31】

複数のフレークがあり、それぞれは前記フレークの前記外縁によって前記フレークの前記外面に画定された表面領域を有し、前記フレークの前記表面領域に直交する平面において各フレークの前記外縁に沿って測定された厚さを有し、

前記複数のフレークの平均外表面領域は約20平方ミリメートルから約650平方ミリメートルであり、前記複数のフレークの平均厚さは約0.05mmから約0.25mmである、請求項29に記載の方法。

30

【請求項32】

前記複数のフレークの平均外表面領域は、約150平方ミリメートルから約170平方ミリメートルであり、

前記複数のフレークの前記平均厚さが約0.1mmから約0.20mmである、請求項31に記載の方法。

【請求項33】

前記外縁特徴を有する複数の前記改良ポリマー複合体フレークを用いて物品が形成される場合、形成された前記物品は、同じ材料で形成され、同じ全体形状及びサイズを有するが、前記外縁特徴を欠く複数のフレークを用いて形成された物品の引張強度よりも少なくとも約30%大きい平均引張強度を有する、請求項1に記載の方法。

40

【請求項34】

前記複数の改良ポリマー複合体フレークを用いて形成された前記物品の前記平均引張強度は、少なくとも約40%から約60%大きい、請求項33に記載の方法。

【請求項35】

前記少なくとも1つの外縁特徴は、少なくとも2つの角度の付いた辺を有し、

少なくとも1つの前記改良ポリマー複合体フレーク上の各外縁特徴の前記少なくとも2つの角度の付いた辺が連続し、

前記少なくとも2つの角度の付いた辺間の接点において角度の頂点を共に形成し、

50

前記少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレーク上に前記外縁特徴が複数あり、

前記少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレークの前記外縁の一部がジグザグパターンを有するように前記複数の外縁特徴の前記角度のついた特徴のうちの少なくとも2つも連続している、請求項1に記載の方法。

【請求項36】

前記少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレーク上の前記ジグザグパターンに約2個から約12個の前記外縁特徴がある、請求項35に記載の方法。

【請求項37】

前記ジグザグパターンに約4個から約8個の前記外縁特徴がある、請求項36に記載の方法。

【請求項38】

前記少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレークが、少なくとも3つの外縁部を含み、そのうちの少なくとも2つが前記ジグザグパターンを有する、請求項36に記載の方法。

【請求項39】

前記ジグザグパターンに約4個から約8個の前記外縁特徴がある、請求項38に記載の方法。

【請求項40】

請求項1に記載の前記方法によって形成された複数の前記改良ポリマー複合体フレークを加熱成形又は硬化させることによって形成された物品。

【請求項41】

前記物品は、高温及び／又は高圧の最終用途、又は、航空機、医療機器、ロボット工学、自動車、半導体、若しくはスポーツの最終用途に使用するためのコンポーネント、装置又は部品である、請求項40に記載の物品。

【請求項42】

前記物品は、航空機に使用するためのブラケット、カバー、フェアリング、又は、キャビン側壁アタッチメントである、請求項41に記載の物品。

【請求項43】

前記物品は格納シェルである、請求項40に記載の物品。

【請求項44】

前記物品は、請求項1に記載の前記方法によって形成された前記少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレークと同じであっても異なってもよい未改良ポリマー複合体フレークと共に、前記複数の改良ポリマー複合体フレークを成形又は硬化させることによって形成される、請求項40に記載の物品。

【請求項45】

前記未改良ポリマー複合体フレークは、請求項1に記載の前記方法で形成された前記少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレークのものと同一前記ポリマーマトリクス材料及び同一前記長い強化繊維を組み込んでいる、請求項44に記載の物品。

【請求項46】

少なくとも1つのポリマーマトリクス材料と、前記ポリマーマトリクス材料を通して延びる長い強化繊維と、を有する複合体フレークから形成され、前記複合体フレークが少なくとも1つの外縁を有する外面を有する、物品の平均引張強度及び衝撃耐性のうちの1つ又は複数を増加させる方法であって、

複数の改良ポリマー複合体フレークを提供することであって、前記改良ポリマー複合体フレークの各々が前記フレークの外縁の一部に沿って外縁特徴を有する、前記提供することと、

複数の前記改良ポリマー複合体フレークを使用して前記物品を形成することと、を含む、方法。

【請求項47】

前記改良ポリマー複合体フレークを用いて形成された物品の前記衝撃耐性は、高速衝撃

10

20

30

40

50

耐性である、請求項 46 に記載の方法。

【請求項 48】

物品を作成するための改良ポリマー複合体フレークであって、
外縁を有する外面であって、前記外縁が前記外面上の外面領域を画定し、前記改良ポリマー複合体フレークは、前記縁部によって規定される前記外面領域に対して概ね直交する方向に延びる前記縁部に沿った厚さを有する、前記外面と、
ポリマーマトリクス材料と、
前記ポリマーマトリクス材料内の長い強化繊維と、
前記改良ポリマー複合体フレークの前記外縁の一部上の少なくとも 1 つの外縁特徴と、
を有する、改良ポリマー複合体フレーク。

10

【請求項 49】

前記外縁特徴の形状は、三角形状、パラボラ形状、平行四辺形状、ベル形状、弾丸形状、矢じり形状、及び、台形状から選択される、請求項 48 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 50】

2 以上の外縁特徴があり、各外縁特徴は同じである、請求項 49 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 51】

一緒になってパターンを形成する 2 以上の外縁特徴がある、請求項 50 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

20

【請求項 52】

前記長い強化繊維が、前記ポリマーマトリクス材料内で一方向に延びる、請求項 48 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 53】

前記改良ポリマー複合体フレークは、一方向に延び、連続する長い強化繊維を有するポリマー複合体から形成される、請求項 48 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 54】

前記外縁特徴が、約 5° から約 120° の角度で互いに向かって角度がついている少なくとも 2 つの角度の付いた辺を有する、請求項 48 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

30

【請求項 55】

前記外縁特徴の前記少なくとも 2 つの角度の付いた辺は、約 20° から約 90° の角度で互いに向かって角度がついている、請求項 54 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 56】

前記外縁特徴の前記少なくとも 2 つの角度の付いた辺は、約 20° から約 60° の角度で互いに向かって角度がついている、請求項 55 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 57】

前記外縁特徴の前記少なくとも 2 つの角度の付いた辺は、約 30° から約 60° の角度で互いに向かって角度がついている、請求項 56 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 58】

前記 2 つの角度の付いた辺が連続し、前記少なくとも 2 つの角度の付いた辺間の接触点で前記角度の頂点を共に形成する、請求項 54 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

40

【請求項 59】

複数の外縁特徴があり、各々が前記少なくとも 2 つの角度の付いた辺を有する、請求項 58 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 60】

前記複数の外縁特徴のうちの前記少なくとも 2 つの外縁特徴もまた、前記外縁特徴を有する前記複数の改良ポリマー複合体フレークの各々の前記外縁の少なくとも一部分がジグザグパターンを有するように連続している、請求項 59 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

50

【請求項 6 1】

前記改良ポリマー複合体フレークの各々は、少なくとも 3 つの外縁部を有し、そのうちの少なくとも 2 つが前記ジグザグパターンを有する、請求項 6 0 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 6 2】

前記改良ポリマー複合体フレークの各々の前記長い強化繊維は、一方向に延びる繊維であり、前記改良ポリマー複合体フレークを通して第 1 の方向に延び、

前記ジグザグパターンを有する前記フレークの各々の前記外縁の前記少なくとも一部分は、第 2 の方向に延び、

前記第 2 の方向は、前記第 1 の方向に対して角度がついている、請求項 6 1 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

10

【請求項 6 3】

前記第 2 の方向は、前記第 1 の方向と直交する、請求項 6 2 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 6 4】

前記第 2 の方向は、前記第 1 の方向に対して約 60° から約 90° の角度である、請求項 6 3 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 6 5】

前記ポリマーマトリクス材料が熱可塑性樹脂であり、ポリスルホン、ポリスルフィド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリアミド、ポリアリーレポリマー、フルオロポリマー、及び、それらの組み合わせ及びコポリマーのうちの 1 つ又は複数である、請求項 4 8 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

20

【請求項 6 6】

前記ポリマーマトリクス材料は、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトンケトン、及び、それらの組み合わせ及びコポリマーの 1 つ又は複数であるポリアリーレポリマーである、請求項 6 5 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 6 7】

前記複合体中の前記長い強化繊維が、無機繊維、セラミック繊維、ガラス繊維、グラファイト繊維、炭素繊維、熱可塑性繊維、熱硬化性繊維、及び、それらの組み合わせのうちの 1 つ又は複数である、請求項 4 8 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

30

【請求項 6 8】

前記改良ポリマー複合体フレーク上に複数の外縁特徴があり、

前記外縁特徴の各々は、少なくとも 2 つの角度の付いた辺を有し、前記少なくとも 2 つの角度の付いた辺は連続しており、前記少なくとも 2 つの角度の付いた辺間の接触点において角度の頂点を共に形成し、

前記複数の外縁特徴のうちの少なくとも 2 つの外縁特徴もまた、前記フレークの各々の上の前記外縁特徴を有する前記外縁の前記少なくとも 1 つの縁部がジグザグパターンを有するように、連続している、請求項 4 8 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 6 9】

前記ジグザグパターンに約 2 個から約 12 個の外縁特徴がある、請求項 6 8 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

40

【請求項 7 0】

前記ジグザグパターンに約 4 個から約 8 個の外縁特徴がある、請求項 6 9 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 7 1】

前記改良ポリマー複合体フレークが、少なくとも 3 つの外縁部を有し、そのうちの少なくとも 2 つが前記ジグザグパターンを有する、請求項 6 8 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 7 2】

前記ジグザグパターンに約 4 個から約 8 個の外縁特徴がある、請求項 7 1 に記載の改良

50

ポリマー複合体フレーク。

【請求項 7 3】

物品の形成に使用するための改良ポリマー複合体フレークを形成するための装置であって、

ポリマー複合体の一部を制御可能に供給するための供給装置であって、前記ポリマー複合体の前記一部は、フレークを形成するように構成され、かつサイズ決めされ、前記複合体は、少なくとも1つのポリマーマトリクス材料と、前記ポリマー複合体中の前記ポリマーマトリクス材料を通して延びる長い強化繊維と、を含む、前記供給装置と、

移動可能で制御可能な切断装置であって、ギロチンとして動作して前記供給装置によって供給された前記ポリマー複合体の一部をフレークに切断し、前記切断装置から切断されたフレークの縁の一部に少なくとも1つの外縁特徴を提供するように構成された1つ又は複数の取り外し可能な切断テンプレートを備える、前記切断装置と、

を備える、装置。

【請求項 7 4】

前記供給装置及び前記切断装置のうちの1つ又は複数を制御可能に操作するための制御装置をさらに備える、請求項 7 3 に記載の装置。

【請求項 7 5】

切断された前記フレークの異なる縁部に異なる縁部特徴を与えるために、異なる切断テンプレートが使用され得る、請求項 7 3 に記載の装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本非仮特許出願は、2022年2月28日に出願され、「Modified Long Fiber Reinforced Polymeric Composite Flakes Having Progressive Ends, Methods of Providing the Same, and Articles Formed Therefrom Having Enhanced Strength and Impact Resistance」と題する米国仮特許出願第63／315,022号の米国特許法第119条(e)に基づく利益を主張するものであり、その開示全体は参照により本明細書に組み込まれる。

【背景技術】

【0002】

本発明は、テープのような連続する長繊維複合体プリプレグから形成され得るフレークの形態の不連続な長い強化繊維の原材料から、不連続な長繊維ポリマー複合体物品を形成する分野に関し、より詳細には、漸進的な端部を形成する改良された縁部特徴を有する、改良された不連続な長強化繊維のポリマーマトリクス複合体フレークを提供することによって、得られる物品の引張強度、衝撃耐性、特に高速における衝撃耐性、及び、疲労限度が増加する、そのような物品の製造に関する。

【0003】

不連続な長繊維複合材から形成された物品が当該技術分野で知られており、一般に様々な種類の熱成形プロセスから形成される。物品は、連続する長繊維複合材、例えば、ロッドストック、ペレット、複合体ブロック、及び、複合体テープから形成されてもよく、これらは、最終製品の形成に使用するために、細断され再成形されて、プレート、フレーク又は、様々な粒子のようなフィードストック形状を作成し得る予製作(pre-fabricated)複合体であってもよい。このようなフィードストックは、フィードストック内に短繊維又は長繊維を有するように切断することができる。既知の複合体フィードストック材料の一つである強化フレークは、一方向テープ、又は、同様の長繊維強化連続複合体の廃棄部分を切断、細断、又は使用することにより形成される。このような複合体テープは、適度に高い繊維負荷量を組み込むことができ、したがって、このようなテープから形成されたフレークは、繊維負荷量が高いフィードストックを提供することができる。

フレークは、不連続な長繊維強化フレークを提供するように切断されてもよい。一旦成形されると、そのようなフレークから形成される物品は、不連続な長繊維のランダムな分布を含むことができ、また同様に、望まれれば、短繊維及び／又は長連続繊維の一部を含んでいてもよい。

【0004】

様々な成形方法が知られており、方法を改良して、マトリクスポリマー内のランダムな繊維配向の特性の改良及び／又はレベルの変更のための使用を含め、そのようなフィードストックから様々な結果を得ることができる。

【0005】

最終製品の形成に使用するためのフィードストックとしてフレークを形成するために、上述したような一方向テープを使用することの利点は、高い繊維負荷量を得ることができ、マトリクスポリマーによる繊維の良好な「ウェットアウト」、ならびに程度の良い繊維分布、廃棄が少ない処理、及び、射出成形から形成されるものに近づくことができる複雑な成形形状を作成する能力である。しかしながら、このような一方向テープから形成される不連続な長繊維のフレーク材料の欠点は、このようなフレークは一般に、良好な特性と一般にランダムな分布を有するものの、望んだものよりも低い引張強度を有する物品になる傾向があることである。例えば、ポリエーテルエーテルケトンマトリクスなどのポリアリーレンマトリクス中で、強化繊維として炭素繊維を使用した不連続な長繊維の物品の典型的な値は、約200から約220MPaである。当技術分野では、細断されたフィードストックから形成される複合体、特に不連続な長繊維複合体フレークから形成されるものの強度を向上させる試みが必要とされている。

【0006】

欧州特許出願第3421207号は、不連続繊維強化材料の複合体の物品を形成しようとする一つの先行技術の方法を提供している。この特許では、不連続な強化束は、単一の系の配向方向に対して所定の角度で傾斜した切断面を組み込んでいるため、繊維束の長さが異なる。束が長いほど、不連続繊維束の端部の先端角度が小さくなる。このような複合材は、高い流動性、二次元的等方性、及び、機械的特性の小さな変化が要求される不連続繊維強化複合体の成形製品を形成するために使用される。

【0007】

米国特許第6,251,809号には、不連続繊維複合体が記載されており、生地パターンの縦糸と横糸において、繊維がポリマーマトリクスに付着するように処理されている。縦糸には一連のパターンカットが施されている。

【0008】

米国特許第8,709,319号には、長さの異なる繊維を有する熱可塑性樹脂物品の成形のフレークが記載されている。フレークは、様々な形状に切断され、様々な繊維長さを使用する一方向テープのロールから形成され得る。

【0009】

米国特許第9,283,706号には、成形用のフレークを形成することが記載されており、このフレークは熱可塑性樹脂と不連続繊維で形成され得る。フレークは、より等方的な特性のために長さの異なる繊維を提供し、強度を提供するために、一般的に長方形又は楕円を含む他の形状とすることができる。

【0010】

米国特許第10,160,146号は、不連続の長い繊維を含むことができ、繊維で補強された布、テープ、又は、棒の形態である、細断又は切断された長繊維プリプレグ材料のフィードストックを使用する成形方法を教示している。この材料は、単一の金型内の第1の成形部に供給され、第1の成形材料は不連続な長い強化繊維を有する。この材料はポートから押し出され、金型内の成形部で成形され、繊維配向の改善により強度が高い、より均一な成形部品を提供する。

【0011】

米国特許第8,529,809号は、様々な方向に配置された層を有する複合体プレー

10

20

30

40

50

トの形成に関する説明を提供し、この特許では準等方性パネルとして記述されている複合体を作成する。切断工具が複合体を切断して分割し、パネルから準等方性フレークを形成する。正方形、楕円、円、長方形、三角形を作るために、レーザー、のこぎり、パンチなどの工具又は他の構造を使用することができる。

【0012】

米国特許第5,151,322号は、準等方的に強度を増加させるためにテープから切断された、一方向に配向した強化繊維の、ランダムに配置されたストリップ片から形成された複合体プレートを記載している。

【0013】

米国特許第9,302,434号は、フレークを供給するための移動可能な円筒形金型を含み、これは、一方向に延びる熱可塑性プリプレグを望んだサイズと形状に細断することによって作ることができる、炭素、ガラス又は他の材料の繊維を有する熱可塑性プラスチックから形成されたと説明されている。フレークは長方形で示されているが、特許では他の形状も可能であると記載している。

【0014】

米国特許公開第2013/0189478号は、高さとの比が少なくとも6:1の幅狭フレークを使用して一貫した均一な強度の複合体を形成することを開示している。

【0015】

米国特許第9,724,854号には、熱硬化性樹脂を使用する一方向テープから形成されたチップから複合体を形成することが記載されている。チップは長方形構造であるが、一方向テープの細断の仕方によっては他の形状になることもある。

【0016】

従って、様々な大きさ及び形状のフレーク又はチップが、様々な物品を形成するために使用され、得られる物品の強度を向上させ、及び／又は、物品においてより均一な特性を提供する試みがなされてきたが、ポリマー複合体フレークから形成される物品全体の全体的な強度及び特性の均一性を著しく向上させ、衝撃耐性、特に高速度における衝撃耐性を向上させ、ポリマー複合体フレークから形成される物品の破壊限界を向上させることが、当該技術分野における必要性として残っている。さらに、複合体フレークを成形フィードストックとして使用する経済的で廃棄物の少ないプロセスを使用し、フレークを成形するための使いやすい装置を提供しながら、このような目標を達成することが望ましいであろう。

【発明の概要】

【0017】

本発明は、物品の形成に使用される改良ポリマー複合体フレークの形成方法、得られた改良ポリマー複合体フレークから形成される物品、物品の形成に使用される改良ポリマー複合体フレーク、及び、改良ポリマー複合体フレークを形成するための装置を含む。

【0018】

本明細書の一実施形態において、本発明は、物品の形成に使用するための改良ポリマー複合体フレークを提供する方法であって、(a)少なくとも1つのポリマーマトリクス材料と、ポリマーマトリクス材料を通して延びる第1の繊維材料の長い強化繊維と、を有する複合体を提供することと、(b)複合体から少なくとも1つのフレークを形成することであって、少なくとも1つのフレークは、外縁を有する外面を有し、外縁の一部は、少なくとも1つのフレークの外縁に少なくとも1つの外縁特徴を提供するように構成され、それにより、改良ポリマー複合体フレークを提供する、形成することと、を含む、方法を含む。

【0019】

本方法は、複合体を切断して少なくとも1つのフレークを形成することによって少なくとも1つのフレークを形成することをさらに含んでもよい。少なくとも1つのフレークが切断装置によって切断されてもよい。複合体は、テープ、プレート、及び、シートから選択される形態であってよい。複合体内の長い強化繊維は一方向に延びてもよい。複合

体内の長い強化繊維は連続する長い強化繊維であってもよい。別の実施形態では、複合体がテープの形態であり、長い強化繊維が一方向に延びる連続する長い強化繊維であってもよい。複合体中の長い強化繊維は、連続する長い強化繊維であってもよい。

【0020】

本方法のさらなる実施形態では、少なくとも1つの外縁特徴が、少なくとも2つの角度のついた辺を有してもよい。外縁特徴のそのような少なくとも2つの角度のついた辺は、約5°から約120°、約20°から約90°、約20°から約60°、又は、約30°から約60°の角度で互いに向かって角度がついていてもよい。このような方法の実施形態では、外縁特徴の少なくとも2つの角度のついた辺は、連続し、少なくとも2つの角度の付いた辺間の接触点で角度の頂点を共に形成してもよい。

10

【0021】

本方法では、1つの、又は別の実施形態では複数の外縁特徴があってもよい。複数の外縁特徴を有するこのような実施形態では、各外縁特徴の少なくとも2つの角度のついた辺は、連続し、少なくとも2つの角度の付いた辺間の接触点で角度の頂点を共に形成し、少なくとも1つの外縁特徴を有する外縁の部分がジグザグパターンを有するように、複数の外縁特徴のうちの少なくとも2つの外縁特徴も連続していてもよい。本方法において、さらなる実施形態では、少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレークの外縁は、少なくとも3つの外縁部を有し、外縁部の少なくとも2つは、ジグザグパターンを有していてもよい。

【0022】

そのような実施形態において、少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレーク中の長い強化繊維は、一方向に延び、少なくとも1つのポリマー複合体フレークを通して第1の方向に延び、ジグザグパターンを有する外縁部は、第1の方向に対して角度のついた第2の方向に延びてよい。第2の方向と第1の方向との間の角度は、約90°であってもよく、約60°から約90°であってもよい。

20

【0023】

上述の方法の実施形態における少なくとも1つの外縁特徴が、(上述のジグザグパターンのような)三角形状、しかしまた、パラボラ形状、平行四辺形状、ベル形状、弾丸形状、矢じり形状、及び／又は、台形状から選択される形状を有するように構成されてもよい。2以上の外縁特徴がある場合、それぞれの外縁特徴は同じであっても異なってもよい。さらに、2以上の外縁特徴がある場合、外縁特徴は一緒になってパターンを形成してもよい。また、少なくとも1つの外縁特徴は、別の好ましい実施形態では、例えば、パターン形態に長方形の歯付き構成を形成するために、長方形などの平行四辺形の形状であってもよい。

30

【0024】

この方法において、少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレークが、4つの外縁部を有し、そのうちの2つが対向する外縁部であり、対向する外縁部の各々は、パターンが2つの対向する外縁部の実質的に全てに沿って延びるように、かつ、少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレークわたって長手方向に測定される2つの対向する外縁部の間の距離がパターン全体にわたって実質的に同じままであるように、その上に形成されたパターンを有してもよい。

40

【0025】

上述の方法において、ポリマーマトリクス材料は熱可塑性であってもよく、ポリスルホン、ポリスルフィド、ポリイミド、ポリアラミド、ポリアミドイミド、ポリアミド、ポリアリーレンポリマー、フルオロポリマー、及び、それらの組み合わせ及びコポリマーのうちの1つ又は複数である。ポリマーマトリクス材料は、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトンケトン、及び、それらの組み合わせ及びコポリマーのうちの1つ又は複数であるポリアリーレンポリマーであってもよい。ポリマーマトリクス材料は、テトラフルオロエチレンと少なくとも1種のペルフルオロアルキルビニルエーテルとのコポリマー、テトラフルオロエチレンと少なくとも1種の他のペルフルオロア

50

ルキレン、ポリクロロトリフルオロエチレン、エチルクロロトリフルオロエチレン、エチルトリフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデン、ポリフッ化ビニルとのコポリマー、及び、これらの組み合わせ及びコポリマーのうちの少なくとも1つであるフルオロポリマーであってもよい。

【0026】

本方法で使用される少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレークの中の長い強化繊維は、無機繊維、セラミック繊維、ガラス繊維、グラファイト繊維、炭素繊維、及び、熱可塑性繊維や熱硬化性繊維であり得る有機繊維、及び、それらの組み合わせのうちの1つ又は複数であってもよい。

【0027】

一実施形態では、上述の方法の少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレークの外縁が、少なくとも1つのフレークの外面上に、一般に三角形、少なくとも5つの辺を有する多角形、円、平行四辺形、又は、台形である全体形状を有する表面領域を画定し、外縁特徴が、そのような表面領域形状の少なくとも1つの縁部に形成されてよい。外縁によって画定される表面領域は、正方形、長方形、及び、ひし形から選択される平行四辺形であってもよい。

【0028】

別の実施形態では、複数のフレークがあり、それぞれはフレークの外縁によってフレークの外面に画定された表面領域を有し、フレークの表面領域に直交する平面において各フレークの外縁に沿って測定された厚さを有し、複数のフレークの平均外表面領域は約20平方ミリメートルから約650平方ミリメートルであり、複数のフレークの平均厚さは約0.05mmから約0.25mmであってもよい。本方法のさらに別の実施形態では、複数の改良ポリマー複合体フレークの平均外表面領域が約20平方ミリメートルから約325平方ミリメートルである。さらなる実施形態では、複数のフレークの平均外表面領域が約150平方ミリメートルから約170平方ミリメートルであり、複数のフレークの平均厚さが約0.1mmから約0.20mmである。

【0029】

上述した方法で、外縁特徴を有する複数の改良ポリマー複合体フレークを用いて物品が形成される場合、形成された物品は、同じ材料で形成され、同じ全体形状及びサイズを有するが、外縁特徴を欠く複数のフレークを用いて形成された物品の引張強度よりも少なくとも約30%大きい、又は、少なくとも約40%から約60%大きい平均引張強度を有することができる。

【0030】

本方法における少なくとも1つの外縁特徴が少なくとも2つの角度の付いた辺を有してもよく、少なくとも1つの改良ポリマー複合体改良フレーク上の各外縁特徴の少なくとも2つの角度の付いた辺が連続し、少なくとも2つの角度の付いた辺間の接点において角度の頂点を共に形成し、少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレーク上に外縁特徴が複数あってもよく、少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレークの外縁の一部がジグザグパターンを有するように複数の外縁特徴の角度のついた特徴のうちの少なくとも2つも連続してもよい。

【0031】

少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレーク上のジグザグパターンに、外縁特徴が約2から約12個、好ましくは約4から約8個あってもよい。さらに、少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレークは、少なくとも3つの外縁部を含んでよく、そのうちの少なくとも2つはジグザグパターンを有する。そのような実施形態では、ジグザグパターンに約4個から約8個の前記外縁特徴があってもよい。

【0032】

本発明はまた、別の実施形態において、マトリクスポリマーに応じて、上記のような方法によって形成された複数の改良ポリマー複合体フレークを加熱成形又は硬化させることによって形成された物品も含む。そのような物品は、高温及び／又は高圧の最終用途、又

10

20

30

40

50

は航空機、医療機器、ロボット工学、自動車、半導体、若しくはスポーツの最終用途に使用するためのコンポーネント、装置、又は部品であってもよい。物品は、さらに、航空機で使用するためのブラケット、カバー、フェアリング又はキャビン側壁アタッチメントであってもよい。物品はまた、格納シェルであってもよい。

【0033】

物品は、本明細書に記載の方法によって形成された少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレークと同じであっても異なってもよい未改良ポリマー複合体フレークと共に、複数の改良ポリマー複合体フレークを加熱成形又は硬化させることによって形成されてもよい。このような例における未改良ポリマー複合体フレークは、本明細書に記載の方法で形成された少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレークのものと同じポリマーマトリクス材料及び同じ長い強化繊維を組み込んでもよい。

10

【0034】

本発明は、別の実施形態において、少なくとも1つのポリマーマトリクス材料と、ポリマーマトリクス材料を通して延びる長い強化繊維と、を有する複合体フレークから形成され、複合体フレークが少なくとも1つの外縁を有する外面を有する、物品の平均引張強度、高速衝撃耐性、及び疲労耐性のうちの1つ又は複数を増加させる方法をさらに含む。本方法は、複数の改良ポリマー複合体フレークを提供することであって、改良ポリマー複合体フレークの各々が、フレークの外縁の一部に沿って外縁特徴を有する、提供することと、複数の前記改良ポリマー複合体フレークを使用して物品を形成することと、を含んでもよい。

20

【0035】

本明細書における本発明のさらなる実施形態は、物品を作成するための改良ポリマー複合体フレークを含み、改良ポリマー複合体フレークは、外縁を有する外面であって、外縁が外面上の外面領域を画定し、改良ポリマー複合体フレークは、縁部によって規定される外面領域に対して概ね直交する方向に延びる縁部に沿った厚さを有する、外面と、ポリマーマトリクス材料と、ポリマーマトリクス材料内の長い強化繊維と、フレークの外縁の一部上の少なくとも1つの外縁特徴と、を有する。

【0036】

このような改良ポリマー複合体フレークの外縁特徴の形状は、三角形状、パラボラ形状、平行四辺形状、ベル形状、弾丸形状、矢じり形状、及び、台形状から選択されてもよい。また、改良ポリマー複合体フレークには2以上の外縁特徴があり、各外縁特徴は同じであってもよい。一緒になってパターンを形成する2以上の外縁特徴があってもよい。

30

【0037】

本明細書における改良ポリマー複合体フレーク中の長い強化繊維が、ポリマーマトリクス材料内で一方向に延びてもよい。改良ポリマー複合体フレークが、一方向に延び連続する長い強化繊維を有する複合体から形成されてもよい。

【0038】

外縁特徴は、約5°から約120°、約20°から約90°、約20°から約60°、又は約30°から約60°の角度で互いに向かって角度のついた、少なくとも2つの角度のついた辺を有してもよい。このような実施形態では、外縁の2つの角度のついた辺が連続し、少なくとも2つの角度の付いた辺間の接触点で角度の頂点を共に形成してもよい。

40

【0039】

別の実施形態では、複数の外縁特徴があり、各々が少なくとも2つの角度のついた辺を有してもよい。複数の外縁特徴のうちの少なくとも2つの外縁特徴もまた連続し、少なくとも2つの角度の付いた辺間の接触点で角度の頂点を共に形成してもよい。複数の外縁特徴のうちの少なくとも2つの外縁特徴もまた、外縁特徴を有するフレークの各々の外縁の少なくとも一部分がジグザグパターンを有するように連続していてもよい。改良ポリマー複合体フレークの各々が、少なくとも3つの外縁部を有し、そのうちの少なくとも2つがジグザグパターンを有していてもよい。

【0040】

50

改良ポリマー複合体フレークの各々の長い強化繊維は、一方向に延びる繊維であり、改良フレークを通して第1の方向に延び、ジグザグパターンを有するフレークの各々の外縁の少なくとも一部分は、第2の方向に延び、第2の方向は、第1の方向に対して角度がついてよい。その場合、第2の方向は第1の方向と直交していてもよく、又は第2の方向が、第1の方向に対して約60°から約90°の角度であってもよい。

【0041】

本明細書における改良ポリマー複合体フレークの別の実施形態では、ポリマーマトリクス材料が熱可塑性樹脂であってもよく、ポリスルホン、ポリスルフィド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリアミド、ポリアリーレンポリマー、フルオロポリマー、及び、それらの組み合わせ及びコポリマーのうちの1つ又は複数とすることができる。ポリマーマトリクス材料もまた、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトンケトン、及び、それらの組み合わせ及びコポリマーの1つ又は複数であるポリアリーレンポリマーであってもよい。複合体中の長い強化繊維が、無機繊維、セラミック繊維、ガラス繊維、グラファイト繊維、炭素繊維、熱可塑性繊維や熱硬化性繊維を含む有機繊維、及び、それらの組み合わせのうちの1つ又は複数であってもよい。

【0042】

本明細書における改良ポリマー複合体フレークの別の実施形態では、改良フレーク上に複数の外縁特徴があってもよく、外縁特徴の各々は、少なくとも2つの角度の付いた辺を有してもよく、少なくとも2つの角度の付いた辺は連続しており、少なくとも2つの角度の付いた辺間の接触点において角度の頂点を共に形成してもよく、さらに、複数の外縁特徴のうちの少なくとも2つの外縁特徴もまた、改良ポリマー複合体フレークの各々の上に外縁特徴を有する外縁の少なくとも1つの縁部がジグザグパターンを有するように、連続していてもよい。ジグザグパターンには約2から約12個の外縁特徴があってもよく、好ましくはジグザグパターンには約4から約8個の外縁特徴があってもよい。改良ポリマー複合体フレークは、少なくとも3つの外縁部を有してもよく、そのうちの少なくとも2つはジグザグパターンを有する。このような実施形態では、ジグザグパターンに約4から約8個の外縁特徴があってもよい。

【0043】

本発明のさらに別の実施態様では、物品の形成に使用するための改良ポリマー複合体フレークを形成するための装置が提供され、装置は、複合体の一部を制御可能に供給するための供給装置であって、複合体の一部は、フレークを形成するように構成され、かつサイズ決めされ、複合体は、少なくとも1つのポリマーマトリクス材料と、ポリマー複合体中の前記ポリマーマトリクス材料を通して延びる長い強化繊維と、を含む、供給装置と、移動可能で制御可能な切断装置であって、ギロチンとして動作して供給装置によって供給された複合体の一部をフレークに切断し、切断装置から切断されたフレークの縁の一部に少なくとも1つの外縁特徴を提供するように構成された1つ又は複数の取り外し可能な切断テンプレートを備える切断装置と、を備える。一つの実施形態では、装置はさらに、供給装置及び／又は切断装置を制御可能に操作するための制御装置をさらに備えていてもよい。切断されたフレークの異なる縁部に異なる縁部特徴を与えるために、異なる切断テンプレートが使用されてもよい。

【0044】

前述の要約、及び本発明の好ましい実施形態に関する以下の詳細な説明は、添付の図面と併せて読むことにより、よりよく理解されるであろう。本発明を説明する目的で、現在好まれる実施形態が図面に示されている。しかしながら、本発明は、図示された正確な配置及び器具に限定されないことが理解されるべきである。図面において、

【図面の簡単な説明】

【0045】

【図1】本明細書の方法の実施形態において使用され得、本明細書の実施例1、2及び3における比較サンプルの製造に使用される、先行技術タイプの複合体フレークの代表的な描写の上面図である。

【図 1 A】図 1 の複合体フレークの側方立面図である。

【図 2】本明細書における方法の一実施形態で使用され得る代替フレークの代表的な透視図である。

【図 3】本明細書の実施形態による外縁特徴を有し、本明細書の方法の実施形態に従って製造され、本明細書の実施例 1 における本発明サンプル A、B 及び C の製造に使用される改良フレークの代表的な上面図である。

【図 3 A】本明細書の実施例 2 で使用される改良フレークサンプル 3 0 - 4 の一実施形態の上面図である。

【図 3 B】本明細書の実施例 2 のサンプル 6 0 - 4 で使用される改良フレークの一実施形態の上面図である。

【図 3 C】は、本明細書の実施例 2 のサンプル 9 0 - 4 で使用される改良フレークの一実施形態の上面図である。

【図 4】図 3 の改良フレークの代表的な透視図である。

【図 5 A】実施例 2、サンプル 3 0 - 8 で使用される改良フレークの一実施形態の平面図である。

【図 5 B】実施例 2、サンプル 6 0 - 8 で使用される改良フレークの一実施形態の平面図である。

【図 5 C】実施例 2、サンプル 9 0 - 8 で使用される改良フレークの一実施形態の平面図である。

【図 6 A】実施例 2、サンプル 3 0 - 1 2 で使用される改良フレークの一実施形態の平面図である。

【図 6 B】実施例 2、サンプル 6 0 - 1 2 で使用される改良フレークの一実施形態の平面図である。

【図 6 C】実施例 2、サンプル 9 0 - 1 2 で使用される改良フレークの一実施形態の平面図である。

【図 6 D】実施例 2、サンプル 5 - 1 2 で使用される改良フレークの一実施形態の平面図である。

【図 6 E】実施例 2、サンプル 1 5 - 1 2 で使用される改良フレークの実施形態の平面図である。

【図 7 A】実施例 2、サンプル 6 × 2 で使用される改良フレークの一実施形態の平面図である。

【図 7 B】実施例 2、サンプル 6 × 1 で使用される改良フレークの実施形態の平面図である。

【図 8 A】比較サンプル D として実施例 2 で使用される改良フレークの実施形態を示す平面図である。

【図 8 B】比較サンプル E として実施例 2 で使用される改良フレークの実施形態を示す平面図である。

【図 9】実施例 2 の本発明サンプル及び比較サンプルについての、改良フレークから形成された物品の平均引張強度 (MPa) のグラフ表示である。

【図 1 0】本発明サンプルの改良フレークから形成された物品と、実施例 2 の比較サンプルの改良フレークから形成された物品の平均引張強度 (MPa) を、存在する任意の外縁特徴の深さ (mm) の関数として表したグラフであり、深さは、外縁特徴のために元の複合体フレークに切り込まれた長さを表す。

【図 1 1】未改良の市販ポリマーフレークと、実施例 1 と同じ市販フレークの改良バージョンから形成された物品の引張強度を MPa で表したグラフである。

【図 1 2】実施例 3 の高速衝撃試験における複合体プレートの試験サンプルを取り付けるための治具の写真画像である。

【図 1 3】図 3 及び図 4 のような改良フレーク設計を有する試験された様々なサンプル、及び実施例 2 の比較サンプル D の方法で形成された比較サンプルについての、実施例 3 で試験された複合体プレートへのあられ石の衝突速度のグラフ表示である。

10

20

30

40

50

【図 1 4】フレークの縁部に三角形の外縁特徴のパターンを有する、本発明の実施形態による改良フレーク構成の平面図であり、連続する外縁特徴は、単一の接点によって接合され、縁特徴は、頂点で接続する角度のついた辺を有する。

【図 1 5】フレークの縁部にパラボラ状の外縁特徴のパターンを有する、本発明の実施形態による改良フレーク構成の平面図であり、連続する外縁特徴は、単一の接点によって接合され、縁特徴は、湾曲した辺を有し、末端曲線において接続する。

【図 1 6】フレークの縁部に平行四辺形の外縁特徴のパターンを有する本発明の実施形態による改良フレーク構成の平面図であり、縁特徴は、実質的に直線状の縁部によって接続され、辺は、互いに平行であるが接続する直線状の端部によって末端部で接続される、角度のついた辺である。

【図 1 7】フレークの縁部に湾曲パターンを有する、本発明の実施形態による改良フレーク構成の平面図であり、連続する外縁特徴が湾曲縁部によって接続され、縁特徴は、平行であるが、縁特徴の末端において互いに向かって湾曲する部分的に直線的な辺を有し、外縁特徴に舌圧子の端部の外観を与える半円形の端部を形成するか、又はベルの側面が部分的に直線的かつ平行であるベル形状を形成する。

【図 1 8】本発明の実施形態による改良フレーク構成の平面図であり、縁特徴がフレークの縁部に設けられ、縁特徴は、繊維長さがフレークに沿って実質的に一定のままであるように、点を有し縁部の長さに沿って延びる、フレークの一方の縁部の外側に延びる三角形と、（内側に延びる三角形を画定するために）フレークの反対側の縁部の外側に延びる 2 つの半三角形との形態である。

【図 1 9】本発明の一実施形態による改良フレーク構成の平面図であり、フレークは、2 つの異なるタイプの外縁特徴から形成される、フレークの対向する縁部に設けられたパターンを有し、1 つは長方形の外縁特徴（平行な辺を有し、直線状の端部で終わる）であり、1 つは（鋭く湾曲した端部で接続する湾曲した辺を有する）弾丸形の外縁特徴であり、これらの特徴は、繊維長さがフレークに沿って実質的に一定に保たれるように、フレークの第 1 の外縁に沿って延びる交互のパターンで示され、フレークの他の対向する外縁上でも逆のパターンで延び、各側の交互の外縁特徴は実質的に直線状の縁部によって接続される。

【図 2 0】本発明の実施形態による改良フレーク構成の平面図であり、縁特徴がフレークの縁部上に設けられ、縁特徴は、フレークの一方の縁部上で凸状に外側に延び、縁部の長さに沿って延びる単一の完全に湾曲した特徴と、繊維長さがフレークに沿って実質的に一定のまま、フレークの反対側の縁部上で（内側に延びる湾曲した特徴を画定するために）外側に延びる凹状の湾曲した特徴との形態である。

【図 2 1】本発明の実施形態による改良フレーク構成の平面図であり、フレークは、フレークの対向する縁部に形成されたパターンを有し、外縁特徴は、「矢じり」形状の外縁特徴であり、矢じり形状は、底部の長方形部分と末端の三角形部分とから形成され、末端の三角形部分の辺は頂点で接続し、各外縁特徴の長方形部分は、実質的に直線状の縁部によって接続される。パターンは、第 1 の外縁部にわたって延びており、逆のパターンは、フレークの対向する外縁部にわたって延びている。

【図 2 2】本発明の実施形態による改良フレーク構成の平面図であり、フレークは、直線状の末端部によって末端で接続された平行な直線の辺を有する長方形の外縁特徴で形成されたパターンを有し、外縁特徴は、実質的に直線状の縁部によって接続されている。

【図 2 3】本発明の実施形態による改良フレーク構成の平面図であり、フレークは、フレークの対向する縁部にパターンを有し、外縁特徴は、「蟻継」状に形成され、角度の付いた辺を有し、直線状の末端である角度の付いたサイズを接合する末端を有する等脚台形のように見え、外部特徴が実質的に直線状の縁部によって接続されている。

【図 2 4】本明細書の方法に従って改良フレークを形成する装置の写真図である。

【図 2 4 A】図 2 4 の装置で使用する 2 つの取り外し可能な切断テンプレートの写真図である。

【図 2 5】比較サンプル X（実施例 1 に従って形成された未改良フレークから形成された

10

20

30

40

50

複合体) 及び発明サンプル Y (実施例 1 に従って形成された改良フレークから形成された複合体) から形成された実施例 4 の試験片の疲労試験データからのサイクル数に対するピーク応力 (MPa) のグラフ表示である。

【図 26】 比較サンプル X の複合体と、実施例 4 の発明品サンプル Y の複合体と、長さ方向により長い繊維を提供し、発明品サンプル Y と同じ縁部改良を改良フレークの幅方向縁部に施した長方形の改良フレーク設計から形成された複合体発明品サンプル Z とから形成された、実施例 5 で試験された複合体プレートに高速のあられ石による衝撃によって生じた損傷のタイプのグラフ表示である。

【発明を実施するための形態】

【0046】

本明細書において、「内側」及び「外側」、「上方向」及び「下方向」、「内方向」及び「外方向」、「外部」及び「内部」、「右側」及び「左側」、「上側」及び「下側」、「遠位」及び「近位」、ならびに同様の重要性を有する語句は、特に断りのない限り、本発明の特徴を明確にすることを助けるために、図面における方向を指す。

【0047】

本発明は、物品の形成に使用するための改良ポリマー複合体フレークを提供する方法、改良ポリマー複合体フレーク、及び、それから形成され、強化された引張強度、特に高速で衝撃を受ける状況における増加した衝撃強度、及び、増加した破壊限界を有する物品、ならびに改良ポリマー複合体フレークを作成するための装置も含む。

【0048】

本明細書における改良ポリマー複合体フレークは、複合体から様々に切断、スタンピング、成形、又は、他の方法で形成された、様々なフレークから形成され得る。本明細書の実施形態では、複合体は、第 1 の繊維材料で形成された少なくとも 1 種の長繊維を含むポリマーマトリクス材料で形成される。このようなフレークは、市場で購入することもできるし、独立して形成し、その後、本明細書の方法において使用するために提供することもできる。

【0049】

複合体からフレークを形成する場合、複合体は、好ましくは、個々の繊維、トウ (tow)、編組 (braids) 又は束のいずれかから採取された、複合体内に延びる長い強化繊維を有する、予め形成された複合体である。複合体はまた、ポリマーマトリクス材料に組み込まれた、織り強化繊維から形成されてもよく、又は、ポリマーマトリクス材料を通して延びることができる一方向に延びる長い強化繊維を使用してもよい。好ましい実施形態では、繊維は一方向に延び、好ましくは長い強化繊維である。長い強化繊維は連続的であっても不連続的であってもよい。同様に、フレークを提供するために本明細書の方法に使用することができる複合体を製造するのに有用な、これらと同じタイプの強化繊維もまた、好ましくは、本明細書の方法によって提供されるフレーク中のものと同じである。さらに、複合体を形成するために使用される同じポリマーマトリクス材料は、好ましくは、本明細書の方法によって提供されるフレーク中のものと同じポリマーマトリクス材料である。

【0050】

本明細書における改良ポリマー複合体内の補強材中の長い強化繊維及び同じ第 1 の繊維材料は、単一種類の繊維材料であってもブレンド材料であってもよく、即ち、かかる長い強化繊維を実質的に濡らして複合材を形成するためのポリマーマトリクス材料の含浸、添加、又は、その他の適用を受けるための補強用長繊維材料として、及び、最終的にまたかかる複合材から本明細書において提供される改良ポリマー複合体フレークを形成するための補強用の長い繊維材料として、2 種類以上の繊維材料を組み合わせ使用することができる。

【0051】

好適な長い強化繊維材 (「第 1 の繊維材料」) の例としては、例えば、限定されないが、セラミック繊維、ガラス繊維、グラファイト繊維、炭素繊維、石英繊維、アルミナ繊維

10

20

30

40

50

、炭化ケイ素繊維、玄武岩繊維、ホウ素繊維、及び、ガラス／炭素、ガラス／グラファイト／炭素、グラファイト／炭素、セラミック／ガラスなど、これらの組み合わせなどの無機繊維である、種々の長い強化繊維が挙げられる。熱可塑性及び熱硬化性の長い強化繊維などのさらなる有機繊維を使用することもでき、アラミド繊維、ポリベンゾオキサゾール繊維などの第1繊維材料を有し、これらは単独で、又は、ガラス繊維、セラミック繊維、炭素繊維とブレンドして使用することができる。

【0052】

繊維ブレンド又は複合繊維補強材では、細断したストランド、フィラメント、又は、ウィスカーの形態で、含浸前に繊維マトリクスに追加の繊維を供給してもよい。さらに、このようなブレンドは、長い繊維の方向に延びる束、トウ及び編組、ならびに／又は、2以上の方向に延びて強度及び／又は他の望んだ特性を与える、種々の織られた又はブレンドされた繊維状材料を含むことができる。

10

【0053】

好ましい長繊維材料としては、セラミック、ガラス、グラファイト、炭素、及び／又はプラスチック（熱可塑性及び熱硬化性）繊維（（Kevlar（登録商標）、Twaron（登録商標）及びTechnora（登録商標）として入手可能な）アラミド繊維又はZylon（登録商標）として入手可能なポリベンゾオキサゾール繊維など）が挙げられる。

【0054】

長い強化繊維は、一方向又は双方向に延びる連続繊維又は不連続繊維（好ましくは、双方向繊維は、繊維の約50%が平行方向にあり、繊維の約50%が垂直方向にある）、延伸ブローン繊維、編組繊維及び織布連続繊維であってもよい。好ましくは、強化繊維は一方向に延びる。さらに、強化繊維は編組繊維又は交絡繊維であってもよい。長い強化繊維の好ましい直径は、選択される繊維に応じて、典型的には、約0.1ミクロン、約5～約15ミクロン、及び、約7～約10ミクロンが含まれる。ホウ素繊維は約100ミクロン～約140ミクロンの範囲、ガラス繊維は約5ミクロン～約25ミクロンの範囲であってもよい。玄武岩繊維は約10ミクロン～約20ミクロンの範囲であってもよい。

20

【0055】

長い強化繊維は、複合体の総体積に関して、本明細書で提供される改良ポリマー複合体フレークを形成するために使用される複合体の約30体積%以上、好ましくは40体積%以上、より好ましくは50体積%以上、例えば約60体積%から約90体積%であることが好ましい。長繊維が複合体の約40体積%から約80体積%であることが好ましく、複合体の約50体積%から約70体積%であることが最も好ましいが、様々な直径を有する様々な繊維によって、好ましい体積は高く又は低くなる可能性があることを理解されたい。

30

【0056】

本明細書における改良ポリマー複合体フレークを提供するために使用される複合材に使用される長い強化繊維は、結果として得られる構造が、本明細書における物品の形成に使用するためのポリマー複合材の形成に使用するのに適していることを条件として、当該技術分野において既知であるか又は今後開発される任意の適切な技術によって、長い繊維を含有するプリプレグ又は他の含浸複合構造などの複合体に組み込むことができる。また、本明細書における改良ポリマーフレーク材料が、長い強化繊維を含有する複合体を型に入れて、又はスタンピングによって改良フレーク形状とするなどの、直接的な成形によって形成され得ることも、本明細書における本発明の範囲内である。

40

【0057】

本明細書における好ましい一実施形態では、含浸された連続繊維テープ、プレート、シート、布などのような、連続する長い強化繊維構造体を使用することができる。本明細書で使用する場合、このような構造体における連続繊維は、一般に少なくとも約0.20インチ、本明細書の実施形態では少なくとも約0.5インチ（1.27cm）の長さを有するものである。少なくとも0.5インチの長さにより、容易な加工と結果として生じる良

50

好な特性の組み合わせが可能となる。より長い繊維ほど、典型的には、より良好な機械的特性をもたらすことが知られているが、加工は必ずしも容易ではない。従って、当業者であれば、所定の工程の機械的特性と加工条件のバランスをとるために繊維長さを選択できることを理解するであろう。このような構造体又は他の連続布テープ、プレート、シート、ロッドストックなどは、切断され、細断され、スタンピングされ、又は他の方法で様々なサイズの複合体フレークに形成することができるが、好ましくは、フレークが好ましくは不連続長繊維フレークであるように、元々の長い強化繊維長さの一部又は大部分を維持する。本明細書の方法において使用するための改良ポリマー複合体フレークを形成するために好ましいそのような構造体の例は、約 100 を超える長さ対直径比を有する強化長繊維を有するものである。

10

【0058】

このような連続的な長い強化繊維複合構造体は、次いで、切断装置によって切断され、細断され、スタンピングされ、ダイカットされ、又は他の方法で本明細書における改良ポリマー複合体フレークに形成される。本明細書における好ましい一実施形態では、物品の形成に使用するためのフレークを形成するために、本明細書における図 24 に示す装置 A が提供される。装置 A において、供給装置 D は、ポリマー複合体一方向テープ E として示されるポリマー複合体の一部を、切断装置 G に向けて制御可能に供給する。供給される複合体の一部はフレークを形成するように構成されサイズ決めされ、したがって所定のサイズのフレーク用に設定されていてもよい。もし、2 分の 1 インチのフレークが使用され、その後、本発明に従って改良されるならば、供給装置 D は、0.5 インチの部分を切断装置 G に供給することができる。複合体は、ポリマーマトリクス材料と、本明細書の他の箇所に記載された実施形態のいずれかによる複合体中のポリマーマトリクスを通して延びる長い強化繊維とを有してもよい。供給装置 D は、特定のサイズのフレーク用に設定されたモータ駆動の供給制御装置 J によって制御することができる。

20

【0059】

切断装置 G は、複合テープを横切るように、好ましくは往復運動するように移動可能である。カッターの設計又は方向によっては、上下ストロークカット又は左右ストロークカットとなる。図示のように、ギロチンタイプの刃 GB が切断装置 G 内の中央に配置され、複合テープ E が切断装置の中央の切断領域を通過する際に複合テープ E を切断する。制御可能な切断装置は、複合テープが装置を通過する際に、複合テープの一部に縁特徴を切りこむために一定の間隔速度で動作するように設定されてもよい。例えば、図示されているように、ギロチン型ブレード (GB) が、(後述の) テンプレートプレートが離れるように開いている間、モータ「J」は、ローラを駆動して、複合体テープを、望んだ又は設定されたフレーク長さに対応する長さだけ前方に移動させる。テープの移動が止まると、その瞬間にギロチンタイプの刃 GB が下方に押してテープを切断し、この工程が繰り返される。このように、G は、モータ J の動きに同期したカムシャフトとして働く。このように、G は、同じくモータ J の動きに同期した切断刃 (GB) を含む。複合体テープが例えばジグザグカットで切断されると、ギロチン式の刃 (GB) が持ち上がり、モータ J の動作により前進したテープの次の部分のために再び開く。このように、同期して前進するようにモータ J がテープを動かすことで、複合体テープからフレークを形成することができ、選択された切断パターンを、所望のフレーク長さごとに、切断ごとに繰り返すことができる。

30

40

【0060】

切断装置 G は、図 24 A に示す 1 つ又は複数の取り外し可能な切断用テンプレート Q を含み、これらは、任意の適切なファスナー又はピンを使用して、取り外し可能に切断装置内に取り付けられるように構成されている。図示されているように、テンプレートを装置内に固定するためのファスナー開口部 X がテンプレート Q に設けられている。テンプレートは、切断装置 G を使用して複合体テープを切断する間に形成される改良フレークの縁部の 1 つ又は複数の部分に少なくとも 1 つの外縁特徴を提供するために、様々な切断歯 T を有するように作成されてもよい。

50

【0061】

図示のように、切断テンプレートQは、機械加工又は他の工具製造などによって歯Tを備え、図示のような歯Tが望みの縁特徴を提供してもよい。図24Aに示される例示的なテンプレートQでは、テンプレートは、改良ポリマー複合体フレークが同じ切断装置G内で切断され、同時に特徴が提供され得るように、一方向テープから同時に切断される間に、フレークの対向する縁部に三角形の外縁特徴を提供することができる。しかしながら、当業者には、本開示に基づいて、切断装置内のフレークに異なる外縁特徴を切断するために様々なテンプレートQが作製され得、テンプレートがモジュール方式で異なる切断のために交換され得ることが理解されるべきである。さらに、連続的な長繊維であり得る長繊維を有する複合体から強化長繊維フレークを形成するための任意の切断方法は、上述の切断プロセス、ダイカット、手での成形、又は予めサイズ決めされたフレークの熱成形によるような直接形成を含めて、本発明の範囲内であることを理解すべきである。

10

【0062】

本装置は、供給装置及び／又は切断装置を制御可能に設定及び動作させるための、内蔵型又は独立して動作可能な制御装置をさらに含むことができる。上述の切断装置Gの数値制御などの制御は、複合体テープを前進させるモータJの作動を制御するために使用されてもよく、また、切断装置Gのカムシャフトを駆動するモータを制御するために使用されてもよく、したがって、ギロチン型ブレード（GB）の位置も制御する。装置Aは、本明細書の実施例の改良ポリマー複合体フレークの形成に使用するために示されているが、交換可能な又は固定された切断テンプレートを有する様々な供給装置及び切断装置を備えて、より大きな工業規模で形成することができる。

20

【0063】

本明細書における改良ポリマー複合体フレークは、本明細書でさらに論じるように、様々なサイズ及び形状であってよい。加えて、市販のフレークを製造するために使用される複合体も、本明細書における改良ポリマー複合体フレークを提供するための方法に使用され得る。フィードストックとして使用される複合体において、長繊維は、得られる改良ポリマー複合体フレークにおいて連続する長繊維のままであってもよく、又は使用される改良ポリマー複合体フレークは、不連続な長繊維を含むように、そこから形成され又は切断されてもよい。市販のフレークはまた、物品を作成するために、本明細書のように形成される改良ポリマー複合体フレークと組み合わせてもよく、このような異なるタイプのフレークは、物品を成形するか、又は他の方法で熱成形する前に一緒に混合される。

30

【0064】

図1及び図1Aを参照すると、本方法による改良ポリマー複合体フレークと共に使用される場合、本明細書で言及される標準的なポリマー複合体フレーク、すなわち未改良の複合体フレークはポリマー複合体フレーク10の例を参照して一般的に表されてもよく、フレークを通る縦軸 $x-x'$ に沿って内側に延びる長さ l と、長さ l に直交して測定され、横軸 $y-y'$ に沿って延びる幅 w とを有し、又は、図2の代替的な市販タイプの未改良フレーク10'に示されるように円形である場合、そのようなフレークは直径 d を有し得る。フレークが正方形の場合、長さ l と幅 w は必然的に同じになるであろう。本明細書では、図1、1A及び2のフレークにおける類似の特徴には、対応する参照番号が使用されていることに留意されたい。

40

【0065】

幅及び長さ（又は直径）といったそのような寸法はそれぞれ、本明細書では外縁14とも呼ばれる外周の対向する（幅を規定する）外縁部12、13、及び（長さを規定する）15、17の間で測定される。外縁部14は、各フレークの外周16上の表面領域Aを画定する。好ましくは、表面領域Aは、ほとんどの製造されたフレークと同様に、概して平面であるが、もちろん、望まれれば、多少不規則であってもよく、又は非平面であってもよい。図示した先行技術の実施形態における表面領域Aは、フレークの一方の面上に第1の表面領域18を有し、フレークの反対側の面上に第2の対向する表面領域19を有し、各々は、典型的には、好ましくは、同じ又は似たサイズである。フレークは典型的には非

50

常に薄く、ほとんど二次元的な性質を持つので、表面領域 18、19 は典型的には同じである。外面 16 は、第 1 及び第 2 の対向面 18、19 とフレークの縁部 12、13、15 及び 17 とを包含するフレークの全体を囲んで延び、これらは対向面 18、19 の形状を画定し、フレークに 2 つの対向面 18、19 の間の $z-z'$ 軸に沿って延びる厚さ t を与える。

【0066】

図 2 のフレークでは、直径 d は、周縁部 14' 上の第 1 の点 P_1 から領域 A' の中心点 $C_{P'}$ を通り、領域 A' を横切って縁部 14' 上の始点から最も遠い点 P_2 まで延びる直線によって測定される。

【0067】

フレーク上の概ね平面状の領域 A 、 A' は、平面状であってもよく、実質的に平面状であってもよく、部分的にのみ平面状であってもよく、フレークの対向する表面領域 18、19 から延びる表面粗さ又は特徴を含んでも含まなくてもよいことが理解されるべきである。長さとは幅は同じでも異なってもよい。さらに、形状は多少不規則であってもよい。

【0068】

フレークはまた、一般に、小さいが測定可能な厚さ t 、 t' を含み、一方の対向する第 1 の表面領域 18、18' から他方の対向する第 2 の表面領域 19、19' までフレークを通る軸 $z-z'$ に沿って、長さ l 及び幅 w (又は直径 d) に直交して測定される。厚さ t は、長さ l 及び幅 w のいずれかよりも小さいことが好ましい (そして、 t' は直径 d よりも小さい)。本明細書において形成される改良フレークと共に使用され得るか、又は類似のサイズ及び形状を有する、商業的に形成された好ましい先行技術のフレークは、対向する第 1 及び第 2 の表面領域 18、19 (18'、19') のいずれかにおいて、それぞれのフレークの対応する厚さ t 、 t' よりも大きい最短寸法 (l 、 w 又は d) を有する。

【0069】

これらのパラメータは、正方形及び円形の先行技術のフレーク例に関して例示されているが、一般に知られているように、他の形状及び幾何学的寸法が適用され得ること、さらに、本明細書のように形成される改良フレークと共に使用され得るフレークを含む市販のフレークの厚さが変化し得ることが理解されるべきである。

【0070】

フレークの厚さは、引張強度に関して重要である。ほとんどの有益な市販フレーク製品では、約 140 ミクロンの厚さが標準である。薄い複合テープは約 44 ミクロンの厚さで市場入手できるが、そのようなテープは標準的な複合テープよりかなり高価である。製造コストを下げるために、複合テープは約 250 ミクロン、さらには 2,000 ミクロンという厚いバージョンで製造されている。

【0071】

このような複合体テープや類似の複合体からフレークを製造する場合、市販されている最も薄い (l 又は w) のフレークは、通常、幅 1/16 インチ (約 1588 ミクロン) 程度である。長さ及び/又は幅が 1 インチの大きさのフレークも利用可能であるが、一般的ではない。このようなフレークは、より大きな複合体部品を形成するために使用することができる。最小の長さ又は幅は約 0.20~0.25 インチであり、他の市販のフレークは長さ又は幅が約 1 インチ又は 2 インチであり得る。

【0072】

好ましい実施形態において、本明細書の方法によって提供され、外縁特徴を有する改良ポリマー複合体フレークは、長さ及び/又は幅が約 1 インチ、又は長さ及び幅が約 0.5 インチであり、全体として正方形の構成 (アスペクト比 1:1) が最も好ましい (このような寸法は、1 つの縁部から縁部まで、フレークを横切って長手方向又は横方向に測定される)。しかしながら、1:16 の他のアスペクト比及び他の形状が、本明細書における本発明内での使用のために期待される。

【0073】

10

20

30

40

50

物品を形成するための本明細書の方法によって提供される改良ポリマー複合体フレークは、一般に三角形、円形、（好ましくは5つ以上の辺を有する）多角形、台形、又は正方形、長方形もしくは菱形のような平行四辺形である形状を含む、様々な形状に、切断又は他の方法で形成することができる。形状を「一般に」有する、又は「全体形状」を有するということは、上面図又は底面図で見たときに、フレークが、対向する表面118、119上の領域を画定する外縁又は周縁を有することを意味し、この領域は、その外縁114の外側部分において、又は円形フレークの場合には円周外縁114'において改良ポリマー複合体フレークの周縁を見ることによって包含される、全体形状構成を有する。形状は、例えば、完全な三角形、円又は平行四辺形などであってもなくてもよいが、形状は、以下にさらに記載されるように、外縁の1つ又は複数の部分に形成された外縁特徴に特に言及することなく、二次元的に見たときに気づかれる領域の全体形状に最も近似する幾何学的呼称を指す。最も好ましい実施形態において、改良ポリマー複合体フレークは、一般に正方形、長方形、又は菱形の構成である全体形状を有する。

10

【0074】

標準的な市販のフレーク10及び図1を参照すると、平均的な表面領域は複数のフレークにわたる対向領域18、19の測定によって決定され、そのような複数のフレークに亘って平均され、平均的な表面領域は約 20 mm^2 から約 650 mm^2 であり得、好ましくは約 0.05 mm から約 0.25 mm の平均厚さを有する。同様の大きさのフレークもまた、複合体から切断されて、本明細書における改良ポリマー複合体フレークを形成してもよい。より好ましい実施形態では、平均表面領域は約 20 mm^2 から約 325 mm^2 、又は約 150 mm^2 から約 170 mm^2 、平均厚さは約 0.1 mm から約 0.20 mm であり得る。当業者であれば、本開示に基づいて、このようなサイズは、様々な目的及び効果のために変化させることができることを認識するであろう。また、このような範囲は、本開示のパラメータ内にさらなる範囲を包含することも認識されよう。

20

【0075】

市販の先行技術のフレーク、及び本明細書の方法によって提供される改良ポリマー複合体フレークが由来するポリマー複合体は、例えば 150 g/m^2 の繊維面積重量含有率、及び、例えば、PEEKのようなポリマーの32重量%の樹脂含有率によって定義される。繊維の密度、例えば、 1.78 g/cm^3 の密度を有する炭素繊維、及びポリマーの密度、例えば、 1.30 g/cm^3 の密度を有するPEEKがわかれば、この情報は、この

30

【0076】

本明細書による改良ポリマー複合体フレークを形成するために使用することができる既存の市販の複合体は、一方向に延びる炭素繊維入りAPC（商標）PEKK又はPEEK強化テープ、KetaSpire（登録商標）ガラス繊維及び炭素繊維強化フレーク材等の強化長繊維を有し、フェノールポリマー、エポキシポリマー、ポリエーテルイミドを含む熱硬化性及び熱可塑性の形態でソルベイ社から、一方向に延びる繊維を有し、ポリオレフィン、ポリアミド、ポリフェニレンサルファイドを含む様々な熱可塑性プラスチックを含むCelstran（登録商標）CFR複合テープとしてCelanese Corporationから、例えば、PEEKマトリクスポリマーと長い炭素繊維を含むVestape（登録商標）UDTapesとしてEvonik Corporationから、炭素繊維とPEEKを含む熱可塑性プラスチックから形成されたフレークを含むXycomp（登録商標）DLF（登録商標）としてGreene, Tweed & Co. 社から、ガラス繊維と炭素繊維を含むポリオレフィンとポリアミドなどの熱可塑性プラスチック複合体テープの形態でSABIC Corporation社から、及びエポキシポリマーやPEEKなどの一方向炭素繊維強化ポリマーとして提供されるCetex（登録商標）

40

50

TC1200及び関連製品としてToray Industriesから入手可能である。このような例は限定を意図するものではない。好ましい実施形態において、炭素繊維／PEEK複合体は、一方向テープの形態で使うことができ、ここから不連続の長繊維改良フレークが切断されてもよい。このようなテープは、例えば、Solvay、Toray Industries, Inc.、SupremS. A.、Barrday, Inc.、東邦テナックス（帝人株式会社）及びVictrex plc. から入手可能である。

【0077】

市販の複合体を使用してもよいが、繊維強化材を有するテープのようなプリプレグは、本明細書の方法に従って改良ポリマー複合体フレークを切断すると同時に、及び／又は同じ場所で、その場で形成されてもよい。これらは、複合体を切断、スタンピング、型抜き、又は他の方法で、上述のようなポリマーマトリクス材料と長い強化繊維とを有する本明細書における改良ポリマー複合体フレークに成形することによって形成することができる。

【0078】

マトリクスポリマーは、熱可塑性又は熱硬化性材料であってよい。本明細書におけるポリマーマトリクス材料として複合体及びフレークに使用するための好ましい熱可塑性プラスチックとしては、補強材を装填又は充填することができ、加熱により流れることができるポリマープラスチック及び樹脂が挙げられる。例示的な熱可塑性プラスチックとしては、ポリオレフィン（ポリエチレン、ポリブチレン、ポリプロピレン、高密度ポリエチレンなど）、ポリ（アクリロニトリル-ブタジエンスチレン）（ABS）、ポリスチレン、ポリブタジエン、ポリアクリロニトリル（PAN）、ポリ（ブタジエンスチレン）（PBS）、ポリ（スチレン-アクリロニトリル）（SAN）、ポリブチレン、セルロース系樹脂（エチルセルロース、セルロースアセテート、セルロースアセテートブチレート、セルロースアセテートプロピオネート、セルロースナイトレートなど）、ポリエチレンビニルアルコール（EVA）、ポリエチレンビニルアセテート、フルオロポリマー（テトラフルオロエチレン（TFE）と少なくとも1種のペルフルオロアルキルビニルエーテル（PAVE）とのコポリマー（PFA）、TFEと少なくとも1種の他のペルフルオロアルキレン（ヘキサフルオロプロピレンなど）のコポリマー（FEP）を含む熔融加工可能なフルオロプラスチック）、ポリ（クロロトリフルオロエチレン）、ポリエチルクロロトリフルオロエチレン（ECTFE）、ポリエチルトリフルオロエチレン（ETFE）、ポリフッ化ビニル（PVF）及びポリフッ化ビニリデン（PVDF）、アイオノマー、液晶ポリマー（LCP）、ポリアセタール、ポリアクリレート、ポリアミド（NYLON12、NYLON6など）、ポリフタルイミド、ポリイミド、ポリエーテルアミド、ポリアミドイミド、ポリフェノール、ポリカーボネート、ポリエステル、熱可塑性ポリウレタン、ポリ塩化ビニル（PVC）、ポリ塩化ビニリデン、ポリビニル、ポリフェニレンオキシド（PPO）、ポリフェニレンエーテル、ポリフェニレンエステル、ポリフェニレンエーテルエステル、ポリフェニレンスルフィド、ポリスルホン、ポリメチルペンテン、ポリケトン、ポリアリーレンエーテルケトン、ポリアリーレンエーテル及びポリアリーレンエーテルケトン（ポリエーテルケトン（PEK）、ポリエーテルケトンケトン（PEKK）、ポリエーテルエーテルケトン（PEEK）など、ポリエチレンクロリネート、ポリアラミド、熱可塑性ビスシトラコンイミドなどが挙げられるが、これらに限定されない。

【0079】

マトリクス材料には、特定のエラストマー（エチレンプロピレンジエンモノマー（EPDM）、エチレンプロピレンゴム（EPR）、熱硬化性ポリウレタンエラストマーなど）を含む熱硬化性材料、エポキシ樹脂、熱硬化性ビスシトラコンイミド（BCI）、ビスマレイミド（BMI）、ビスマレイミド／トリアジン／エポキシ樹脂、シアネートエステル、シアネート樹脂、フラン樹脂、フェノール樹脂、尿素ホルムアルデヒド樹脂、メラミンホルムアルデヒド樹脂、フタロシアニン樹脂、ポリベンゾオキサゾール樹脂アセチレン末端ポリイミド樹脂、シリコン、ポリトリアジン、熱硬化性ポリビニルエステル、熱硬化性ポリウレタン、ポリテトラフルオロエチレン、メラミン、ポリアルキド、キシレン樹脂

10

20

30

40

50

を含んでもよい。このようなポリマーは、単独で、又は様々なコポリマーもしくはそれらの組み合わせの形態で使うことができ、組み合わせは、このようなポリマーの1つ又は複数が及び／又はそれらのコポリマーの1つ又は複数の混合物、合金、ブレンド、架橋結合体を含んでもよい。

【0080】

また、これらの熱可塑性プラスチックのそれぞれ又はいずれかのコポリマー（ランダム又はブロック形態の2種以上の単量体から形成されるポリマー、又はグラフトコポリマーであり、いずれも複数の単量体成分又は反応体を有していてもよい）も、既知であるかこれから開発されるかにかかわらず、使うことができる。

【0081】

加えて、このような熱可塑性プラスチックは、改良フレークを形成するためになお有用であるか、又は複合体を切断して改良フレークにすることによって改良フレークを形成するための複合体（又は複合体の組み合わせ）を形成するためになお有用であるのであれば、さらに誘導体化されていてもよく、及び／又は官能基（末端及び／又は鎖上のいずれであっても）、分岐及び／又は直鎖バックボーン構造、鎖基又は側基に沿った不飽和の追加の位置などを含んでいてもよい。提供され得る官能基としては、アリール、ケトン、アセチレン、酸基、ヒドロキシル、硫黄含有基、硫酸塩、亜硫酸塩、メルカプト、ホスファート、カルボキシル、シアノ、亜リン酸塩、ハロゲン、酸素／エーテル又はエステル（鎖又は側鎖内に組み込むこともできる）、カルボン酸、硝酸、アンモニウム、アミド、アミジン、ベンズアミジン、イミジゾールなどが挙げられる。

【0082】

これらのポリマーが好ましいが、このリストは網羅的であると考えられるべきではなく、当業者であれば、この開示に基づいて、その範囲から逸脱することなく他の熱可塑性プラスチックを本発明に使うことができることを理解するであろう。

【0083】

上述のものの中から好ましい材料としては、ポリスルホン、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリエーテルイミド、ポリアミド、ポリフェニレンオキシド及びスルフィドなどのエンジニアリングプラスチック、ならびにPEEK、PEK、PEKEKK及びPEKKなどのポリアリール材料が挙げられる。上述したようなフルオロポリマーも、複合体に形成して強化長繊維を有する本明細書中の改良フレークを作ることができ、改良ポリマー複合体フレークから物品を形成するための処理温度で流動性があることを条件として、好ましい材料として使われる。

【0084】

改良ポリマー複合体フレークは、上述したように、様々なポリマー及び長い強化繊維の複合体から形成することができるが、物品を形成する際に、混合された改良フレーク又は様々な複合体から形成された（又は混合された熱可塑性プラスチック及び／又は強化繊維材料から形成された）改良フレークと一緒に採用され、及び／又は既存の市販フレークと混合されるように、2種類以上の複合体が提供されてもよい。

【0085】

本明細書における改良ポリマー複合体フレークを提供するための複合体は、強化長繊維及びポリマーマトリクス材料のみから形成されてもよく、又は当該技術分野において既知であるか、又は開発予定の他の充填剤及び／又は補強剤を含む、1つ又は複数の添加剤がそこに提供されてもよい。使われる種々の添加剤には、顔料、染料、ガラスビーズ又は球、カーボンナノチューブ、セラミック、メッシュ、ハニカム、マイカ、クレイ、有機着色剤、可塑剤、チキソトロピー剤、難燃剤、紫外線吸収剤、増量剤、安定剤、二酸化ケイ素、シリカ、アルミナ、タルク、ガラス短繊維、硫酸バリウム、PTFE短繊維、TFEコポリマー短繊維、様々な長さの他の強化繊維、リボン又はプレートレット、ウォラストナイト、チタネートウィスカー、相溶化剤、レオロジー剤又はチキソトロピー剤、帯電防止剤（これはまた、熱可塑性プラスチックマトリクスに提供される官能基及び／又はグラフトコポリマーの使用によって組み込まれてもよい）、細断された又は短い炭素繊維、及

10

20

30

40

50

び他の類似の充填剤、トライボロジー添加剤及び強化剤などの他のタイプの強化繊維又は充填剤及び添加剤が含まれる。このような添加剤は、（複合体中の熱可塑性マトリクス材料及び強化材料の存在を超えて）複合体の総重量（すなわち、マトリクス繊維及び長い強化繊維の総重量）に基づいて、複合体の約10%以下の量で存在することが好ましいが、意図される最終用途に応じて、より多く又はより少なく使用してもよい。好ましくは、そのような添加剤は存在しないか、使用が制限される。

【0086】

本明細書の方法において、改良ポリマー複合体フレークが1つ又は複数の複合体から形成される場合、複合体が提供されると、改良フレークは、複合体を切断、スタンピング、又は細断することによって形成され、1つ又は複数の改良フレークを形成して提供することができる。例えば、本明細書による改良フレークを切断又は他の方法で形成する前に複合体を製造業者から商業的に購入する場合、このプロセスは、本方法で使用するためのフレークを入手する前に行ってもよく、又は複合体を形成し、次いで改良フレークの形状が形成されると同時に、及び／又は同じ場所で、複合体を切断するプロセスを使用してもよい。すなわち、複合体を使用して改良ポリマー複合体フレークを形成する、切断、細断又は他の形成プロセスを準備することが可能である。さらに、改良ポリマー複合体フレークは、一方向テープのようなポリマー複合体フィードストックから切断され、本明細書に記載され、図24に示されるような切断装置を用いて改良されてもよい。この切断は、別個の操作で行ってもよいし（改良フレークの一定のストックを作成し、例えば、金型キャビティを充填するために選択された量で準備され計量することができる）、例えば、金型を充填しつつ、フレークを切断し、金型内に直接落下するように改良することもできる。

【0087】

本明細書の方法による改良ポリマー複合体フレークは、フレークの外縁の一部に少なくとも1つの外縁特徴を切断又は他の方法で形成することによって提供される。改良ポリマー複合体フレークの望みの構成に応じて、それは、互いに直交してもしなくてもよい様々な外縁を有することができる。外縁特徴は、外縁全体、1つ又は複数の縁部に（又はフレークの一部又はすべての縁部に沿って部分的又は完全に延びて）形成することができる。

【0088】

本明細書の実施形態において、改良ポリマー複合体フレークは少なくとも2つの辺を有する外面縁特徴を有するように形成されてもよく、これは線状又は角度のある辺であってもよく、又はフレークの外面の縁に、好ましくは、フレークの外縁の少なくとも一部分に湾曲した縁特徴を有するように形成されてもよい。

【0089】

外縁特徴は、本明細書に記載され、図24に示される装置と同様に、はさみ（scissors）、はさみ（shears）、ナイフ、自動細断装置、ダイカット機、鋸、切断ブレード、ドリル、グラインダー、研磨ウォータージェット、及び、レーザービーム切断装置を含む、任意の適切な切断装置を用いて作製されてもよい。また、複合材を使用して、本明細書に記載の長い強化繊維及びマトリクス材料を有する改良高分子複合体フレークを形成することも可能である。希望があれば、縁特徴が形成された後に表面を粗面化することも、縁特性を改良するために提供され得る。

【0090】

本明細書におけるいくつかの実施形態において、外縁特徴の角度がついた辺は、好ましくは、角度のついた端特徴の一端において、互いに向かって角度がつくように形成される。図3及び図4は、表面領域Aを規定する外縁114を有する、本明細書における改良ポリマー複合体フレーク100を示す。対向する外面領域118及び119が、改良ポリマー複合体フレーク100の対向する側に現れる。外縁特徴122は、改良フレークの第1の縁部124上において、改良フレークの外面116上に形成され、平面視で三角形の延在形状を形成する。同様の外縁特徴122は、第2の縁部126上に形成される。図示のように、第2の縁部は対向する縁部である。図示のように、各外縁特徴に適用される角度のついた辺128a、128bは、各外縁特徴の形状（ここでは、すべて同じであり、

外側に延びる三角形の形状を有するものとして示されている)を規定する。

【0091】

図3及び図4に図示された角度の付いた辺128a、128bは、第1の外縁特徴122aを形成する。角度の付いた辺128a、128bは、互いに対して角度が付けられ、頂点を有する角度 α を形成する。本実施形態に示すように、角度の付いた辺128a、128bは連続しており、接触点128cで接続して、三角形の外縁特徴122aの最も外側の先端で角度 α の頂点 V_1 を形成する。各特徴は同じであり、各外縁特徴も連続しているため、角度 α は、互いに向かって延びる外縁特徴間の角度を表す。連続する特徴は、単一の接触点 P_3 (外縁特徴の内側に延びる端部の頂点である)で互いに接続する。角度 α は、図3及び図4に示すように、好ましくは鋭角である。本明細書の実施形態において、角度 α は、約 5° から約 120° の範囲であってよい。角度 α はまた、約 20° から約 90° であってもよく、より好ましくは約 20° から約 60° である。さらに好ましい実施形態では、角度 α は約 30° から約 60° であってもよい。

10

【0092】

改良ポリマー複合体フレークは、改良ポリマー複合体フレークの外縁に沿った縁部上にあるように切断され、外面上に形成された、1つ又は複数(すなわち、2つ以上)のそのような外縁特徴を有していてもよい。フレークは、改良ポリマー複合体フレークの外縁の少なくとも一部に外縁特徴を有するように切断又は形成され、その特徴が改良フレーク100の厚さ t に沿って対向する外面領域118、119にまたがるように、フレークの z 方向の厚さにわたって、また $x-y$ 平面内にも延びるように切断される。フレークの厚さを部分的にのみ通って延びるように外縁特徴を形成することも、2つの平面で漸進的であるように厚さ方向にわたってくさび状に角度を付けることも可能であるが、図示のようにフレークの厚さにまたがるように外縁特徴を形成することがより好ましく、製造がより容易である。

20

【0093】

外縁特徴は、図3及び図4に示されるように平面視で三角形ではなく、連続する辺を有せず、また、パターンが連続する場合に単一の接触点で互いに接触しないように形成されてもよい。図23は、改良ポリマー複合体フレーク100'のそのような代替実施形態の一例を提供し、角度の付いた辺128a'、128b'を有する2つの外縁特徴122'を備え、辺128a'、128b'は、その厚さにわたって延びる改良フレーク100'の縁114'上の縁部分124'に、外縁特徴122'のための台形状を形成する。各縁特徴の角度のついた辺は、互いに向かって角度がついているが、頂点では接続しないので、その外側の末端では三角形ではない。角度の付いた辺は互いに向かって角度がついており、図4に示すように、角度の付いた辺の端部の外側に投影された頂点 V_2 を有して、互いに対して角度 α' を形成する。辺128a'、128b'は連続していない。さらに、外縁部122'はパターン用である。パターン化された特徴は、直線状縁部130'によって接続され、「蟻継」デザインのようなパターンで構成される。また、好ましい実施形態では、一方の縁部のパターンは、第1の縁部の外方向に延びる台形が、対向する縁部の内方向に延びる台形の隙間と長手方向に(好ましくは繊維方向に)整列するように、対向する縁部の逆パターンであることに留意されたい。この配置により、外縁特徴のパターンの一端から他端まで繊維長さを一定に保つことができるという任意の利点を得られる。

30

40

【0094】

図3及び図4(及び図3Aから図3Cの実施例から示されるフレーク)に関して、複数の外縁特徴122は、図示の改良フレーク上の合計4つの外縁部124、126、130、132のうちの対向する2つの外縁部124、126に設けられ、改良フレークは対向する平行四辺形状の外面領域を有するように形成された改良ポリマー複合体フレークであり、この実施例では、改良ポリマー複合体フレークは、外縁特徴を有する正方形フレークとして形成された。外面の外縁上の外縁特徴122のそれぞれは、縁部124、126のいずれかに作られ、互いに連続するように形成され、単一の接触点 P_3 で互いに接触する(図23では130'として示される直線状の縁部によって接続されている図7A、7B、

50

16、19、22-23の特徴縁部とは異なる)。

【0095】

図3及び図4において、角度のついた縁部の互いに対する連続性は、縁部124、126にジグザグパターンZを提供する。図3及び図4に(及び図3Aに)、側方縁部124、126(改良フレーク100)の各々の上の4つの外縁特徴が示されており、これらは図3及び図4の構成に基づいて本明細書の実施例1、実施例2及び実施例3で使用され、各々が、連続する外縁部の間に約30°の角度 α を有する。同様の設計もまた、実施例2(図3B及び図3C)において示され、使用され、これらはそれぞれ同様の改良フレーク200、300を示し、改良フレーク100と同様の構成及び4つの外縁特徴を有するが、図3Bでは60°、図3Cでは90°の角度 α を有する。

10

【0096】

図5A、図5B及び図5Cは、それぞれ図3から3C及び図4に示したものと同様のそれぞれの改良ポリマー複合体フレーク400、500、600を示しており、実施例2のサンプルで使用したフレークであるが、図5Aから5Cのものは、8つの外縁特徴及びそれぞれ30°、60°及び90°の角度 α を有する。それぞれはまた、改良フレーク400、500及び600について示された4つの縁部のうち、2つの対向する縁部に外縁特徴を有する。

【0097】

図6A、図6B、図6C、図6D及び図6Eはまた、それぞれ、さらなる改良ポリマー複合体フレーク700、800、900、1000及び1100を示し、図3から図3C及び図4のフレークに類似するが、12個の外縁特徴及びそれぞれ30°、60°、90°、5°及び15°の角度 α を有する。これらのフレークもまた、本明細書の実施例2で使用される。

20

【0098】

ある実施態様では、外縁特徴はパターンを形成するが、上記で言及したような角度のついた外縁特徴が典型的にするように、それらが共通の接触点で接続しないように構成される。外縁特徴が、完全には角がない形状、平行四辺形、又は角度 α が投影法で測定可能又は0°である他の形状である場合、パターン内の連続する外縁特徴が実質的に直線状の縁部分によって接続されるパターンが形成され得る。これは、例えば、図7A及び図7B(改良フレーク1200、1300)のステップを有する外縁特徴構成、並びに図16、図19及び図21から図23に示す構成において示される。

30

【0099】

図7A、図7B及び図22のステップを有する又は「スロットを有する」外縁構成に加えて、パターン及び独特な形状の外縁形状のさらなる例が描かれ、その形状が本明細書で説明される。図14はさらなる三角形の縁特徴を示し、10個の連続する三角形の特徴が、図示されたフレークの2つの対向する縁部に設けられている。図15には、対向する縁に4つのパラボラ状の外縁特徴を有するパラボラ状パターンが図示されている。図16は、図7A、図7B及び図22の長方形のスロットを有する変形例において、外縁特徴が角度のついた平行四辺形である構成を示す。図17は、湾曲した外縁のパターンを示す。図15の、特徴の辺が完全に湾曲し、湾曲した末端で接続するパラボラ状の特徴と異なり、図17の外縁の特徴は、辺は直線状であるが、各特徴の末端が半円状に接続するため、各特徴は舌圧子の末端の形状に見える。図18及び図20は、外縁部に1つの外縁特徴のみを有するフレークの例である。このような特徴は、対向する2つの縁部のそれぞれに配置されている。図18では、縁特徴は三角形であるが、図20では、縁特徴は単一の完全に湾曲した特徴である。図19では、パターンが交互する2つの異なる外縁特徴形状を使用する例があり、一方の縁特徴形状は長方形であり、他方の交互の外縁特徴形状は、わずかに湾曲した辺を有し、わずかに湾曲した末端部で接続する弾丸形状の特徴である。各特徴は、直線状の縁部によってパターン内で接続されている。図21は、矢じりの形状を持つ複雑な縁特徴を提供する。矢じりは、長方形の基部と、三角形の矢じり末端部とを含み、三角形の角度のついた辺が頂点端部を提供する。図22は、図7A及び図7Bのようなス

40

50

ロットを有する構成の例であるが、図 22 の 2 つの対向する縁部特徴の各々に 3 つのロット特徴のみを提供する。図 23 は、本明細書の他の箇所ですらに説明するような台形縁特徴の例を示す。

【0100】

各構成において注目すべきは、好ましい例として、パターンが対向する縁部に提供され、「逆」パターンが現れるようにすることであり、一方の外側部の外向きに延びる縁特徴が、対向する縁部表面の、対応してフレーク内へ内向きに延びる凹部と長手方向に（好ましくは繊維方向に）位置合わせされるので、フレーク内の繊維は、外縁特徴自体の長さに関係なく、繊維の方向にフレークにわたって一定の長さになる。

【0101】

また、上述したように、縁部 14' の全部又は一部に上述のそのような外縁特徴を設けた図 2 に示す円形フレークのような、上述したように変化する改良ポリマー複合体フレーク表面領域形状を形成することも可能であり、同様に、楕円形又は楕円形のフレークも同様に改良ポリマー複合体フレークとして形成することができる。三角形フレーク又は他の平行四辺形状もしくは台形状、すなわち、3 つ以上の縁部を有するフレーク、及び 5 つ以上の縁部の多角形フレークが作成されてもよく、これらのタイプの改良フレークの各々の縁部の少なくとも 2 つ以上が外縁特徴を備える。

【0102】

図 3 から 3 C、及び 4、ならびに図 5 A から 5 C、6 A から 6 E、7 A から 7 B、及び 14 から 23 の様々な外縁構成に示すように、フレーク F 中の長い強化繊維が一方向に延び、少なくとも 1 つのフレークを通して第 1 の方向 D_1 に延び得ることが、図 3 A に最もよく示すように可能であり、ジグザグ及び他のパターンを形成するものを含め、外縁特徴を有するように選択された外縁部は、1 つ又は複数の外縁部に沿って第 2 の方向 D_2 に、方向 D_1 に対して角度 β で延びることができる。

【0103】

図 3 A に示すように、例えば、強化長繊維 F は、フレーク 100 の軸 $x-x'$ に沿った長さ寸法と同じ方向 D_1 に延びている。図示された 2 つの対向する縁部 124、126 は外縁特徴 122 を有し、それぞれ、実質的にその全長にわたって縁部に沿って延び、図示されるように、方向 D_1 に概ね直交する角度 β で、フレーク 100 の軸 $y-y'$ に沿って幅方向 D_2 に平行であるように延び、これらは、外縁特徴が好ましくは縁部分 A によって画定される改良フレークの本体表面領域から方向 D_1 に外側に延びるように形成される。しかしながら、角度 β は、角度のついた辺を有するもの（例えば三角形フレーク、多角形フレーク又は台形フレーク）などの異なるフレーク設計用に変化してもよく、又は、例えば、4 つの辺を有する全体的に平行四辺形状の改良フレークを提供し、繊維が延びる方向 D_1 の角度に対して角度をつけて形成された少なくとも 1 つのサイドカットを切断することによって、改良ポリマー複合体フレークを切断、スタンピング、細断又は他の方法で形成する際に、単にフレークに作成されたさらに追加の縁特徴を伴ってもよい。

【0104】

角度 β の使用は任意であるが、すなわち、外縁特徴及び／又はそのジグザグパターンは、好ましくは、一方向に延びる繊維を有するフレークの繊維方向 D_1 に平行に走る改良フレークの外縁部に設けられるか、又は改良フレークは、一方向に延びる繊維を有さない（織布構造、又はよりランダムな、又は角度のついた繊維など）。一方向に延びる繊維を提供する場合、外縁の特徴及び／又はジグザグその他のパターンを有する外縁の部分は、繊維方向 D_1 に対して角度がついていることが好ましい。

【0105】

繊維は、図 1 から 4 及び図 14 から 23 には示されていないが、図示されているように改変されたフレークを見るとき、当業者には、示されている改良ポリマー複合体フレークの図面は、構成の説明目的のためであり、寸法条件を強調することによって改良前（図 1、1 A 及び 2 を参照）及び改良後（図 3、4 及び 14 から 23 を参照）の両方のフレーク 100 の形状及び構成を示すためであることが理解されるべきである。未改良フレークは

10

20

30

40

50

当該技術分野において公知であり、当業者であれば、本開示に基づいて、繊維は、改良フレークが形成された複体内及び複体から切断した後の改良フレーク内に埋め込まれ含浸されるであろうことを理解するであろう。それらは、1つ又は複数の方向に延びてもよく、本明細書の他の箇所に記載されているように、好ましくは一方向に延びる。

【0106】

本明細書における改良ポリマー複合体フレークの外縁特徴は、外縁特徴を単独で、グループで、及び／又はジグザグ及び他のパターンで有する縁部を形成することによるフレークの縁部における応力集中の低減により、そこから形成される物品に、強化された引張強度、及び／又は特に高速における増加した衝撃耐性、及び／又はより高い破壊限界を提供する。

10

【0107】

本出願人は、イングリシ（Inglish）方程式を使用して、複合体テープの端部における応力を類推評価するのに役立てた。イングリシ方程式において、応力は、複体内の穴の縁における応力として近づけられてもよく、穴は楕円形状を有し、穴の幅は、一方向に位置合わせされた繊維強化複体の厚さに近似する。イングリシ方程式は、このような穴の応力の関係を以下の式（I）のように表し、穴のパラメータa及びbは、それぞれ穴の幅及び長さ近似し、 σ_{max} / σ は応力集中係数であり、複合体がb方向の軸方向応力 σ を受けている間、穴の縁 σ_{max} において最大強度（応力）が適用される。

【数1】

$$\sigma_{max} = \sigma \left(1 + 2 \frac{a}{b} \right) \quad (I)$$

20

この穴の縁における応力に関するイングリシの方程式の使用は、複体の厚さと引張強度の関係に近似させるために、出願人が類推によって適用したものである。

【0108】

この類推は、プレートに張力をかけたときに、プレートに存在する穴のそばで観察される応力を比較したものである。穴が円形の場合、応力集中はプレートに加わる応力の3倍に達する。張力を受ける不連続な長繊維プレートを、縁部が改良されていない標準的なフレークを基準に考えると、機械的特性（強度と剛性）は、繊維方向におけるフレークの縁部において実質的にゼロまで低下する。

30

【0109】

例えば、厚さ140ミクロンのフレークでは、フレークの縁部は20本以上の繊維の厚みにおける「積層体」を表し（直径約7ミクロンと仮定）、鈍い刃ですべて同じ長さに切断されるため、すべてが急に終了する。成形物品を形成する際に周囲のフレークがフレークの縁部を橋渡しすることができるが、フレーク約1個分の厚さの距離には繊維はなく、ポリマーのみが存在する。複合体フレークの繊維方向の強度と剛性は、それぞれ市販のカーボン／PEEKフレークに使用されている約2130MPaと135GPaである。このようなフレークに使用されるPEEK（フレークの縁部を囲むポリマー）の強度と剛性は、それぞれ約100MPaと3.7GPaである。強度と剛性が20倍以上低いため、ゼロ特性に近づけることができる。つまり、標準的な市販の炭素繊維／PEEKフレークの端部に実際の「穴」がなくても、樹脂が豊富な領域になるため、強度と剛性の観点からは、ある意味で穴に類似している。

40

【0110】

フレークをより薄くする試みは、イングリシ方程式の類推を用いることで、類推的な穴を楕円形とみなすことができるので、厚さ（穴のa軸）が減少し、それによって応力集中係数が減少するはずである。しかし、本発明では、例えばジグザグのようなパターンを提供するために改良された縁特徴を提供することにより、本質的に漸進的な縁部、又はフレーク内の炭素繊維特性が高い位置から、特性が再びゼロに近くなる外縁特徴（三角形の特徴の点のような）の、外向き延びる末端への滑らかな移行が生じる。再びイングリシ方程式を類推すると、これはあたかも楕円の軸bが増加して応力集中係数が減少するよう

50

のである。このように、強度を上げるためにフレークを薄くするのではなく、厚みはそのままに、繊維の長さや量はそのままに、応力集中係数を低減させたまま縁部は漸進的になる。これにより、まさに外側の縁部におけるゼロ特性と、フレーク内の高レベルの強度特性との間の移行が劇的でなくなり、移行がより緩やかになる。式中の a を変更することで、より効果的になる場合もあるが、製造の観点からは費用対効果は高くない。

【0111】

出願人は、出願人の米国特許第10,160,146号において、異なる長さの様々な不連続な長い補強フレークを使用することを既に試みている。しかし、良好に成形された物品と良好な等方性は得られるものの、このような複合体テープで形成された最終成形物品では強度が十分に向上していない。出願人のデータに基づく、出願人の理論では、各改良フレークに与えられたときの「長さ」パラメータ b は、強度における等方性の強化だけでなく、改良フレークから形成された物品の強度の究極的な増加においても重要であった。強度が著しく改善されただけでなく、衝撃耐性、特に高速での衝撃耐性、及び疲労限度も増加した。

10

使用例

【0112】

本明細書における本発明の影響をさらに探求する中で、外縁特徴の数ならびに外縁特徴の辺の角度又は性質を改良又は変更し、特徴を変化させることによって、改良ポリマー複合体フレークから形成され得られる物品において、強度及び／又は破壊限界及び／又は高速衝撃耐性が改善される程度において、最良の影響を達成し得ることがさらに発見された。このことは、以下の実施例において裏付けられる。本明細書の各実施例は、本発明の説明に役立つことを意図しているが、限定的であると考えられるべきではない。

20

【0113】

実施例1

【0114】

以下の実施例では、長さ方向に延びる連続した長い強化繊維を有する一方向性複合体テープを使用した。具体的には、Solvay、Barrday及びTencate（東レ）から市販されている3種類のポリエーテルエーテルケトン複合体テープを試験した。サンプルはAS4炭素繊維（C／PEEK）（サンプルA、B、C）を有して作成され、これらは、フレークの縁部によって画定されて図1の先行技術のフレークのように見えるように、外面領域上に0.5インチ×0.5インチの寸法のまっすぐな正方形のフレークに切断された。改良ポリマー複合体フレークは同じ材料で形成され、図3Bに示されるようにジグザグパターンを有し、その対向する2つの縁部に図3及び図4に図示されるような外面構成を有していた。2つの対向する縁部のうちの1つ目において、ジグザグパターンは、角度の付いた辺を有する4つの外側に延びる外縁特徴を含み、これらの角度の付いた辺は頂点を形成し（したがって、三角形状に見える）、 30° の角度 α が外縁特徴の連続する対の間に設けられた。もう一方の第2の対向する縁部では、ジグザグパターンは、第2の対向する側で角度の付いた縁特徴が外向きに延びるところで、その頂点が第1の側の2つの連続する縁特徴の間の連続する接続点と軸方向に位置合わせされるように位置していた。このように、第2の縁部は、第1の縁部に形成された特徴と同一の三角形の3つの縁特徴を含んでいて、連続する特徴間の角度は 30° （角度 α ）であったが、第2の縁部の末端には、2つの幅の狭い部分的な縁特徴があり、連続する3つの特徴からそれぞれ 30° の間隔を置いている。この部分的な特徴は、パターンの残りの部分と同様に、完全な縁特徴の約半分を形成し、それによって、各々がその間に角度がついている2つの辺を持つ、合計4つの外縁特徴の利点を提供する。外縁特徴は対向する縁のそれぞれにパターンを形成し、0.5インチのフレークの寸法で縁部の長さにならって延びていた。炭素繊維は、外縁の特徴を有する2つの対向する縁部に概ね直交する方向に延びていた（角度 β は 90° ）。対向する一方の側から他方の側までフレークを横切って直接測定された対向する各側間の長さは、対向する側に形成されたパターンが原因で、外縁特徴を有する対向する2つの外縁の縁部に沿ってほぼ同じ長さであったため、連続的な繊維長を維持する

30

40

50

が、フレークにパターンを切り込むことに起因する繊維端部の漸進的な（移行的な）露出を提供した。

【0115】

使用された複合体テープの公称厚さはそれぞれ0.14mmで、ほぼ同じ61%とされる繊維体積を含んでいた。改良ポリマー複合体フレークのフレーク材料は、圧縮成形プロセスを用いて12インチX12インチの寸法を持つ0.1インチの厚さのプレートに成形され、ゲージ部分で幅1インチの「ドッグボーン」形状のサンプルに切断された。米国標準試験法（ASTM）規格番号ASTMD3039-17の引張試験法を用いて、各構成について最低20個のサンプルを試験した。

【0116】

成形プロセスには、一方向テープを再現可能なフレーク形状に細断できる装置を用いて切断してフレークを形成することにも含まれた。必要な量のフレークを計量し、12インチX12インチの寸法を持つ正方形の金型キャビティにフレークを均等に広げるように手作業で充填した（ロボットシステムで充填することもできた）。金型はホットプレスで約400℃に加熱されたが、加工温度は約360℃～約430℃でもよい。材料には約100barの圧力が加えられた。材料には約60barから約150barの加工圧力を使用してもよい。その後、材料はコールドプレスで同じ圧力で冷却された。作られたプレートは厚さ約0.1インチで、それぞれ幅1インチのドッグボーン状のサンプル7個に加工された。

【0117】

図11は、フレークを改良した場合、原料の供給元とは無関係に、フレークから形成された物品の引張強度が増加したことを示している。図1のような正方形のフレークの構成で形成され、同じ複合材で形成された未改良のフレークよりも、3つの供給元からの材料はすべて、改良した場合に約30%から約40%の同様の増加を示した。グラフでは、未改良状態のサンプルを「0-0-A」、「0-0-B」、「0-0-C」と識別し、これらから、外縁特徴を有さない未改良フレークから成形品が作られた。このような市販サンプルは、図1及び1Aのような構成を有する正方形であった。改良されたサンプルは、市販サンプルの識別子（A、B、又はC）を有するが、2つの対向する縁部の改良フレークに使用される外縁特徴の総数（N）、及び提供される外縁特徴間の角度に注意し、例えば、サンプルAは、2つの対向する外縁部の各々に配置された4つの外縁特徴を有し、これらの部分は、外縁によって画定される正方形の表面領域の外縁の長さを延長し、外縁特徴は、三角形で連続しており、各特徴間の角度が30°であった。このため、N4-30-Aと指定された。サンプルAの未改良バージョンは0-0-Aと指定された。

【0118】

実施例2

【0119】

本実施例では、AS4炭素繊維を有する2種類の市販複合体（C／PEEK）一方向テープを使用し、様々な発明サンプルを作製した。テープはSolvayとTencate（東レ）のものであった。改良ポリマー複合体フレークの本発明サンプルの外縁特徴の数、形状、角度を変化させた。フレークは、形成された改良フレークが、中にテープ由来の長い繊維を有する0.5インチX0.5インチの改良フレークであるように、一方向複合体テープを細断することによって成形用に形成された。

【0120】

本発明サンプルに加え、先行技術の比較サンプルも使用した。比較サンプルDは、図1に示すようなデザインで、0.5インチX0.5インチの外縁によって定義される正方形の表面領域を有しており、未改良のフレークであった。比較サンプルEは、直線状の縁部を持つバイアスカットフレークであり、45°の角度で切断されたバイアスエッジを持つように切断された。

【0121】

13の異なる本発明サンプルが、それぞれ、変化させた外縁特徴及び／又は変化させた

10

20

30

40

50

数の特徴を有して作製された。全ての本発明サンプルは、外縁特徴が2つの対向する外縁部に配置され、改良フレークは全体的に平行四辺形型であって、上述のように形成された縁特徴を有し、外縁特徴を有する外縁部は、改良フレークの繊維が延びる方向に対して90°の角度 β で延びるように配置されるという点で、同様に方向づけられた。

【0122】

本実施例の発明サンプルの一部は、本明細書における実施例1の発明サンプルの改良ポリマー複合体フレークと同様に形成され、すなわち、ジグザグパターンを形成する「三角形」外縁特徴を有し、連続する外縁特徴間の角度 α を有して、対向する外縁部に含まれていた。この設計では、「歯」は、繊維長さが改良フレークに沿って概ね一定であるように、第1の対向する側の外縁特徴の頂点が、改良フレークの第2の対向する側の2つの連続する外縁特徴間の接触点と、フレークにわたって繊維方向に沿って位置合わせされるように、対向する側の上で互い違いに配置された。

【0123】

これらのサンプルは、連続する外縁特徴間の角度 α を参照し、外向きに延びる外縁特徴（この場合、「歯」）の数によって名前をつけられた。例えば、第1の本発明サンプルであるサンプル30-4では、「30」は外縁特徴間の角度 α を表し、「4」は対向する外縁部のそれぞれの外縁特徴の数を表す。その後、三角形の縁特徴を有する他の本発明サンプルにおいて、外縁特徴の角度と数を変化させ、適宜名前をつけた。

【0124】

本発明サンプルはまた、「ステップカット」の変形例において、長方形の外縁特徴を使用して形成された。特徴は長方形であるため、それらの辺は直線部分によって繋がれ、それらの間の角度 α が0°となるように、「頂点」は外縁特徴に形成されていない。各特徴は、三角形の外縁特徴のように一点で次の外縁特徴に接続されておらず、その代わりに、ステップのある外縁特徴の幅と同じ幅を有する実質的に直線状の縁部分によって接続されていた。このような改良フレークはそれぞれ、一連の長方形の「歯」を有し、細長く見えるように切断されていた。また、繊維も、角度 β が90°となるように、かつ、外形端部の特徴を含む対向する外形端部の延びる方向と直交するように、特徴の方向に延びていた。このパターンは、第1の外縁部上の外向きに延びる長方形の外縁特徴が、第2の外縁部上の2つの外向きに延びる外縁部の間の空間と位置合わせされるように、対向する各縁特徴上に同様に位置合わせされた特徴を互い違いの配列で有していた。これらのサンプルは、例えば、サンプル6×2として識別され、「6」は、カットの深さ（mm）であり、「2」は、長方形の外縁部の幅（mm）である。

【0125】

各構成について、市販のテープ材を使用して同じ改良フレークを作製し、各種の材料のデータを平均化して、本明細書のデータが提供された。

【0126】

図3B-3D、図5A-5C、図6A-6E及び図7A-7Bは、図9の表にそれぞれサンプル30-4、60-4、90-4、30-8、60-8、90-8、30-12、60-12、90-12、5-12、15-12、6×2及び6×1として示される改良フレークの本発明サンプルを表す。このようなサンプルは、図3Aから3C（フレーク100、200及び300）、図5Aから5C（フレーク400、500及び600）、図6Aから6E（フレーク700、800、900、1000及び1100）及び図7Aから7B（フレーク1100及び1200）にも、それぞれの順序で表されている。

【0127】

図8A及び図8Bは、比較サンプルD（縁特徴によって改良されていないスクエアカット）及びE（縁特徴によって改良されていないバイアスカット）を示している。

【0128】

A S T M D 3 0 3 9 - 1 7 を用いて、本発明サンプル及び比較サンプルの各々を試験した。図9は、全ての改良フレーク形状から形成された物品の平均引張強度を示す。試験において、外縁特徴を提供するための改良を有する全ての本発明サンプルは、改良された外

縁特徴を提供した後に、引張強度の増加を示した。

【0129】

比較サンプルE（バイアスカット）は、比較サンプルDと比較してわずかな強度の増加を示した。長い繊維（したがって繊維方向に長いフレーク）を使用することで同様の強化効果が得られることが知られているが、繊維が長いほどしばしば加工がより困難になることが確認されている。

【0130】

対照的に、本明細書で使用され、外縁特徴からの改良された縁部を有する、本発明サンプル及び改良ポリマー複合体フレークは、元のフレークと同じ繊維長さを維持し、正方形フレークの加工の容易さを維持した一方、強化された強度の恩恵を受けた。図10はさらに、試験された本発明サンプルにおいて縁部の改良が深いほど、引張強度が大きく増加することを示している。形成された物品は、本発明サンプルにおいて形成されたフレークの平均引張強度が、未改良のフレークから予想されるよりも高いことを示し、本発明サンプルにおけるフレーク設計の変形例は、外縁特徴の構成もしくは数、及び／又は外縁特徴間の角度もしくは間隔の調整に応じて、改良及び強度特性を改良できることを示している。従って、より多くの又はより少ない外縁特徴、形状又は角度の変形例、及びフレーク中への改良された縁特徴の切断の深さが採用され変更されて、それぞれが良好な結果を示す本明細書の方法を使用して、改良フレークから物品を作成することができるが、調整されて、一定のポリマーマトリクス材料及び意図した最終用途のための最適な改善又は強度レベルを達成することができる。

【0131】

実施例3

【0132】

あられは、最大250 m/sの移動速度において、航空機のあらゆる露出部分に衝突する可能性があるため、あられの影響は航空宇宙産業において特に懸念される。航空機の製造に使用できる適切な複合体を提供するためには、特に高速の投射物の衝撃に耐える材料の能力が重要である。衝撃耐性はまた、大きな物的損害や負傷を引き起こす可能性のある、高速の風を伴う強い暴風雨による大きなひょうやあられにさらされる地域でも重要である。

【0133】

衝撃耐性、特に高速での衝撃耐性は、クーポン及び実部品に対する人工あられ石の衝撃を研究することによって評価することができる。そのために、また本発明による改良ポリマー複合体フレークから形成された材料の反応を評価するために、実施例2の発明サンプル30-4を用いて改良フレークを形成し、すなわち、0.5インチ幅のフレークから0.5インチ×0.5インチの寸法のフレークを正方形構成で形成し、そのようなフレークは、三角形状であり、その間が30°の角度である連続する外縁特徴を有する、合計4つの外縁特徴（第1の外縁部上の外向き延びる外縁特徴を、対向する外縁部上の2つの連続する外縁特徴の間の共通点とオフセットするように位置合わせされる）を切断として含んでいた。本実施例では、実施例2の比較サンプルDのような（縁特徴を有さない）未改良の縁部を有する比較フレークも使用した。

【0134】

改良ポリマー複合体フレークは、上述の成形プロセスを用いて成形され、12インチ×12インチ、厚さ0.15インチのプレートを形成した。各プレートを半分に切断し、2枚の12インチ×6インチのプレートを形成した。このプレートを図12に示す試験治具に入れた。ゴム製のボルスター付きクランプで、1インチの間隔をあけて、各プレートの長辺の両縁においてクランプし、クランプ間の幅4インチについてはプレートを自由にした。プレートはそれぞれ水平に伸びる平面から30°傾斜させた。傾斜したプレートには、直径50 mmのあられ石を-18℃の温度で、100~300 m/sの速度で、水平の軌道でプレートの中心に衝突させた。

【0135】

衝撃後、プレートは検査され、損傷は (i) 目に見える損傷なし、(ii) 目に見える損傷、及び／又は (iii) 材料の遊離のいずれかで評価された。図 13 はデータのグラフ図であり、各試験はドットで図示のチャート上に示された。結果は、改良ポリマー複合体フレークが直線に切断されたフレークよりも大幅な改善を提供することを示した。改良フレークサンプルから形成されたプレートを未改良のフレーク比較サンプルから形成されたプレートと比較した場合、損傷が発生する速度は約 75 m/s 増加し、材料の遊離は約 100 m/s 高い速度まで発生しなかった。

実施例 4

【0136】

耐疲労性に関して本発明をさらに評価するため、ノッチなし引張試験サンプルを作製し、応力比 $R = 0.1$ で疲労サイクルを行った。図 25 は、この試験結果を示しており、かけられた応力レベル (MPa) が、試験片が破断するまでに加えられたサイクル数に対してプロットされている。一部のサンプルは破断がなく完走し、別のマーカーで示されている。

【0137】

本実施例では、縁特徴のない正方形 (一辺 0.5 インチ) の未改良フレークを用いて試験用サンプル (比較例 X) を製造し、実施例 1 で形成したフレークを用いて本発明試験用サンプル (本発明サンプル Y) を製造した。どちらの種類のフレークも、同じカーボンと PEEK (C/PEEK) の一方向テープから切り出した。本発明サンプル Y を形成するために使用された改良フレークは、実施例 1 と同様に、各特徴と正方形 (0.5 インチ寸法) との間に 30° の角度 α を有するジグザグパターンを形成する 4 つの「三角形」外縁特徴 (「歯」) を有するように改良された。特徴は、連続する外縁特徴間に角度 α を有する 2 つの対向する外縁部にあった。繊維は、縁特徴を有する縁部の間を通り、縁特徴を有する縁部の延びる方向 (すなわち、本明細書で上述したように 90° の角度 β) に対して直交するように方向づけられた。設計において、繊維の長さが改良フレークに沿って概ね一定になるように、第 1 の対向する側の外縁特徴の頂点が、改良フレークの第 2 の対向する縁部上の 2 つの連続する外縁特徴の間の接触点と、フレークにわたる繊維方向に沿って位置合わせされるように、歯は、対向辺上で互い違いに配置された。

【0138】

比較サンプル X と発明サンプル Y の疲労寿命は、未改良 (比較サンプル X) と改良 (発明サンプル Y) フレークから形成されたノッチのない引張試験片を用いて評価した。図 25 のデータは、様々なノッチのない引張試験片がどこで破断したか、又は完走したかを示している。各データ点のセットの線形フィットがサンプル X と Y の両方について図 25 に示されている。線形フィットに基づくと、同じ複合体を使用した場合であっても、標準フレークの代わりに改良フレークを使用した場合には、高サイクル疲労寿命が約 59% 有意に増加することが示されている。

【0139】

実施例 5

【0140】

本実施例では、実施例 4 に従って形成した未改良フレーク及び改良フレークを使用して、高速あられ衝撃試験用のサンプル (すなわち、比較サンプル X 及び発明サンプル Y) を作製した。比較サンプル X 複合体サンプルは未改良フレークを用いて形成し、発明サンプル Y 複合体サンプルは改良フレークを用いて形成し、それぞれ 0.5 インチ寸法の正方形状を用いた。更なる本発明複合体 (本発明サンプル Z) は、本発明サンプル Y と同一の複合体から製造された改良フレークを使用して製造されたが、長方形状を有し、長さ (繊維方向に沿った寸法) が 1.0 インチであった。直交する幅方向は、発明品サンプル Y と同じ幅寸法 (0.5 インチ) を有していた。縁特徴は、発明品サンプル Y と同じ特徴を有し、幅方向に延びる縁部に沿って配置されていた。

【0141】

実施例 3 の装置及び方法 (実施例 3 に記したパラメータを含む) を用いて、比較サンプ

10

20

30

40

50

ル X、ならびに発明サンプル Y 及び Z のサンプルを試験した。プレートが検査された際の衝撃反応を図 26 に示し、損傷を (i) 目に見える損傷なし、(ii) 目に見える損傷及び／又は (iii) 材料の遊離のいずれかで評価した。実施例 3 の図 13 に示された結果と同様に、示された結果は、本発明サンプル Y の改良複合体フレークが、比較サンプル X の未改良（ストレートカット）フレークよりも大幅な改善を提供したことを実証している。本発明サンプル Y において損傷が発生する速度は、比較サンプル X よりも有意に増加し、約 225 m/秒まで材料の遊離は発生しなかった。発明品サンプル Z は、目に見える損傷が発生し、試験したサンプルに明らかな材料の遊離が見られなかったという点で、発明品サンプル Y よりもわずかに優れた性能を示した。発明品サンプル Z は、比較サンプル X と比較して、高速衝撃耐性が有意に良好であった。この結果は、フレークが長いほど更に改良され、改良フレークの縁特徴における漸進的な端部によって得られる有益な特性は、より長い繊維を採用することによって得られる利益の累積であることを実証した。

10

【0142】

上記の開示及び実施例が示すように、改良ポリマー複合体フレークから及び／又は本明細書の方法を用いて形成された物品は、様々な種類のものであってよく、選択された複合体に応じて変化できるので、例えば、本明細書に記載されるような複数の改良ポリマー複合体フレークを使用して、装置、コンポーネント又は部品であって、様々な最終用途で使用され得る物品を形成することができる。例えば、物品は、丈夫で軽量の航空機部品、医療機器、格納シェル及び／又は（半導体、流体処理又は坑内油田条件のような）高温高压の最終用途で使用するためのコンポーネントとして形成することができる。ブラケット、カバー、フェアリングなどの航空機部品や、キャビンの側壁アタッチメントを形成することもできる。その他の最終用途としては、ロボット産業、自動車産業、半導体産業、スポーツ産業で使用する装置、部品、コンポーネントがあり、例えば、ロボットの脚、自動車のダンパーのケーシング、半導体加工用のウェハーハンドリングツール、自転車の部品などがある。

20

【0143】

そのような物品は、マトリクスポリマーの種類に応じて、本明細書の方法に従って提供され、物品に直接形成された複数の改良ポリマー複合体フレークを加熱成形又は硬化させるか、又は異なる効果のために改良ポリマー複合体フレークを他の種類のフレークと混合することによって形成することができる。第 2 の又は追加の種類のフレークが使用される場合、そのようなフレークは、本明細書の方法に従って改良されたフレークであってもよいし、未改良のフレークであってもよい。さらに、本明細書における改良フレークと共に第 2 の又は追加の種類のフレークを使用する場合、ポリマーマトリクス材料及び／又は強化繊維は、それらが組み合わされ改良フレークのものと同じであっても異なってもよい。好ましい成形条件は上述の通りである。

30

【0144】

実施例が裏付けるように、本明細書において、本発明はまた、フレークを通して延在するポリマーマトリクス材料及びその中の強化長繊維を有するように形成された標準的な未改良複合体フレークから形成された物品と比較して、外縁特徴を有する改良ポリマー複合体フレークを用いて形成された物品について、平均引張強度及び／又は衝撃耐性、特に高速衝撃耐性のうちの 1 つ又は複数を増加させる方法を提供する。この改良は、本明細書で上述したような技術を使用して、本明細書で提供される改良ポリマー複合体フレークの外縁の一部に、本明細書で上述したような外縁特徴の 1 つ又は複数を提供することから得られる。このような物品の疲労限界も、本明細書における改良フレーク及び方法を用いて増加させることができる。

40

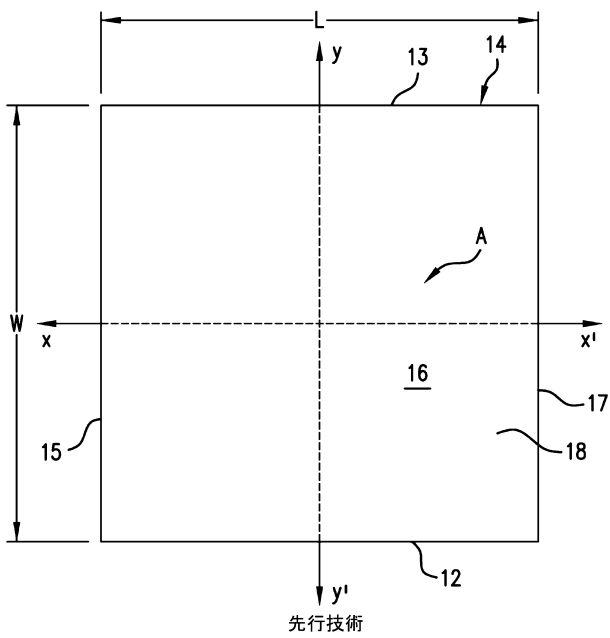
【0145】

当業者には、その広範な発明概念から逸脱することなく、上述した実施形態に変更を加え得ることが理解されよう。したがって、本発明は、開示された特定の実施形態に限定されるものではなく、添付の特許請求の範囲によって定義される本発明の精神及び範囲内での変更をカバーすることが意図されることが理解される。

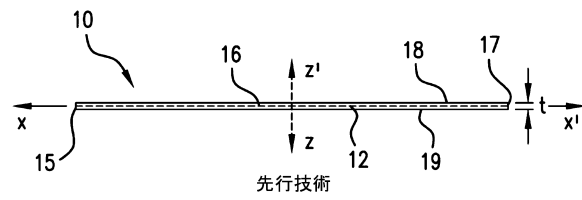
50

【図面】

【図 1】



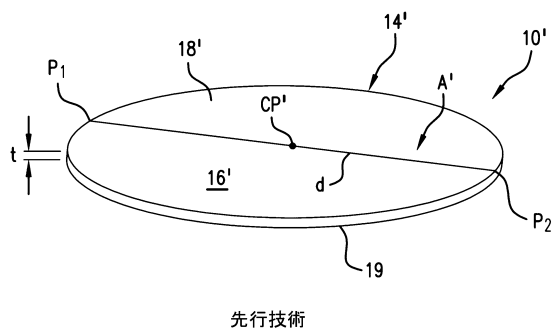
【図 1 A】



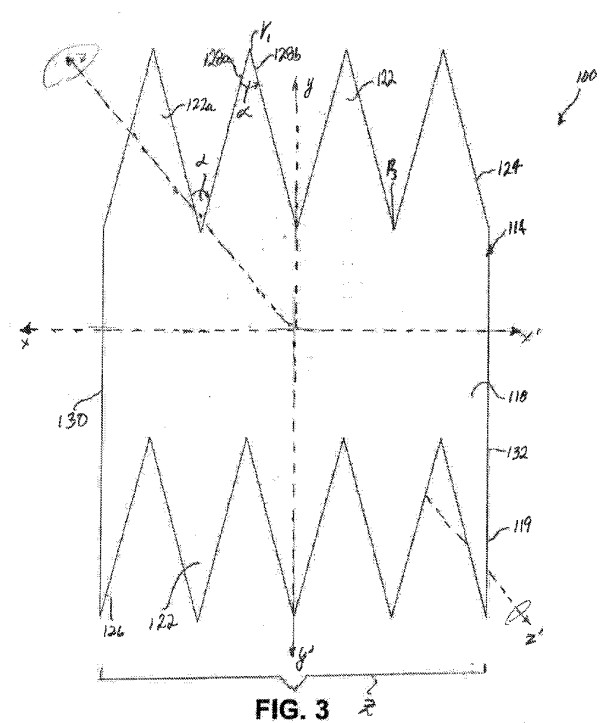
10

20

【圖 2】



【 図 3 】



30

40

【図 3 A】

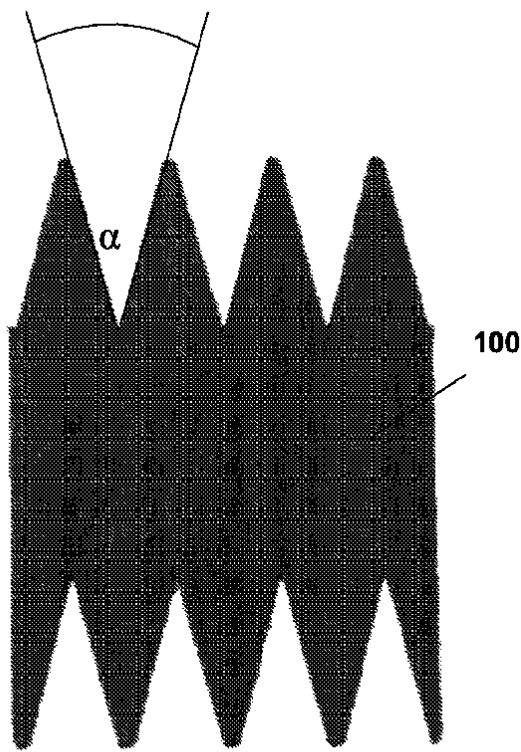


FIG. 3A

【図 3 B】

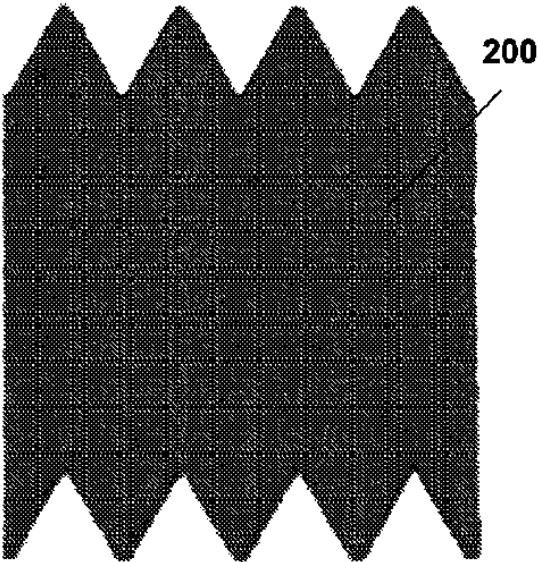


FIG. 3B

【図 3 C】

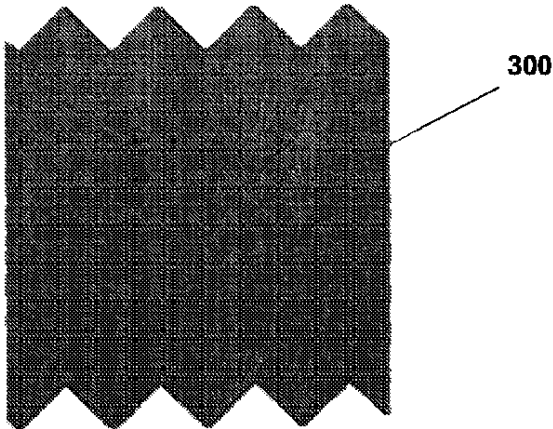


FIG. 3C

【図 4】

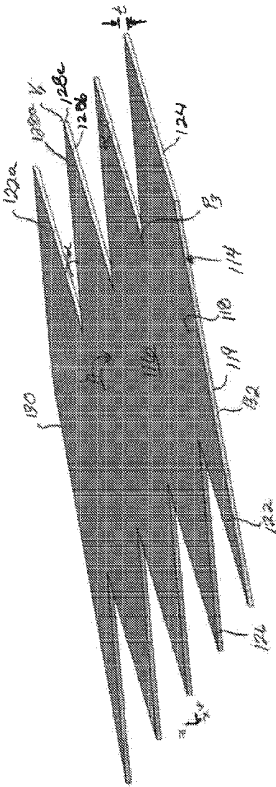


FIG. 4

【 図 5 A 】

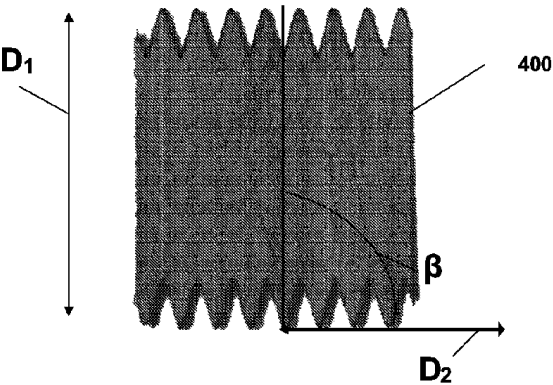


FIG. 5A

【 図 5 B 】

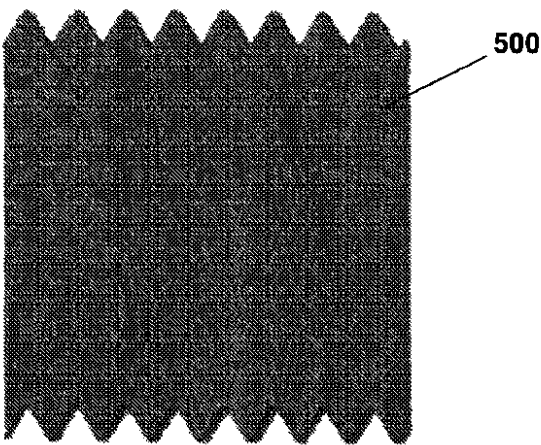


FIG. 5B

【 図 5 C 】

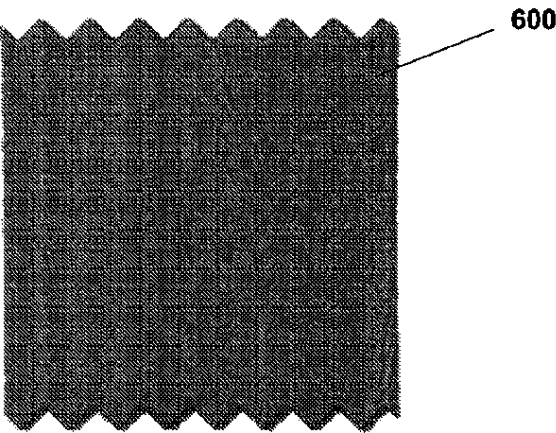


FIG. 5C

【 図 6 A 】

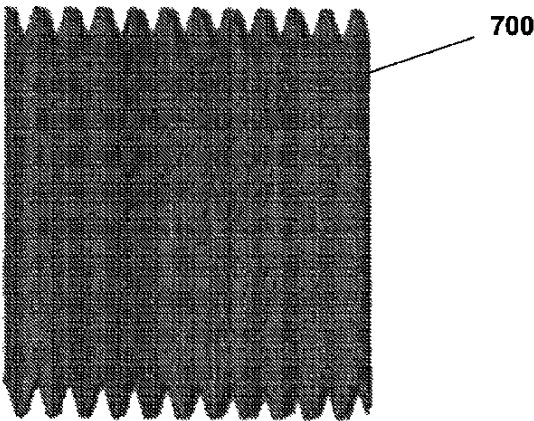


FIG. 6A

10

20

30

40

50

【図 6 B】

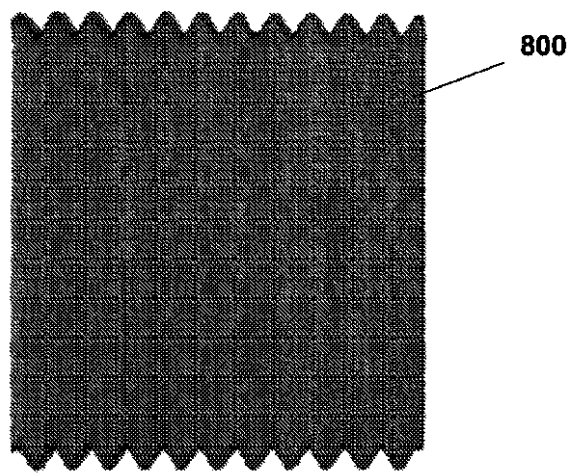


FIG. 6B

【図 6 C】

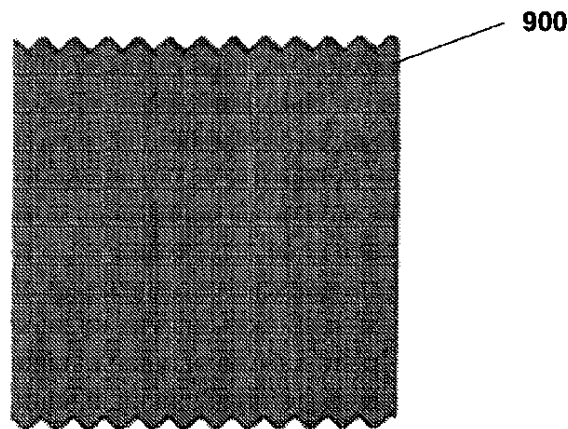


FIG. 6C

【図 6 D】

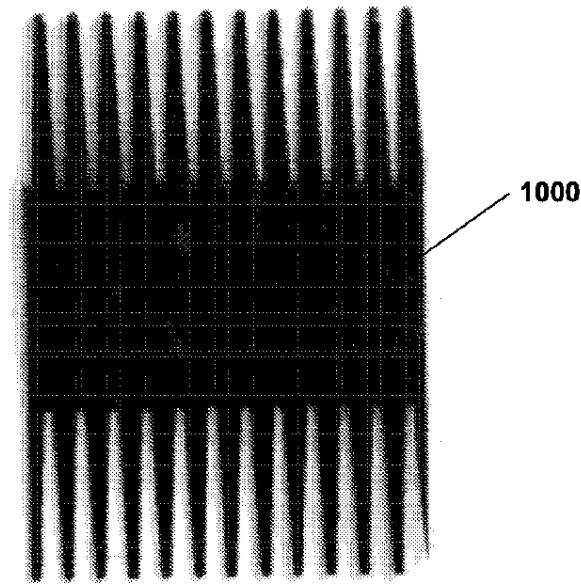


FIG. 6D

【図 6 E】

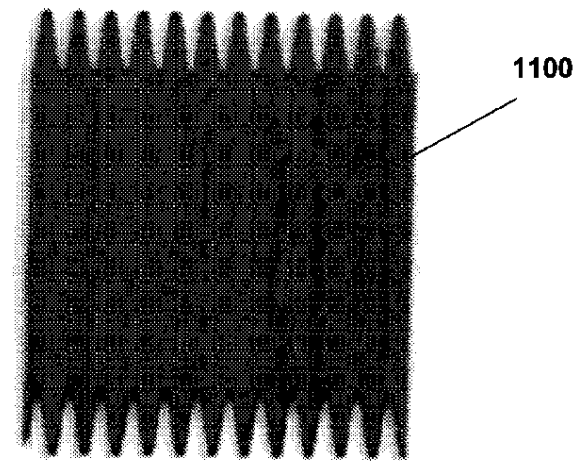


FIG. 6E

10

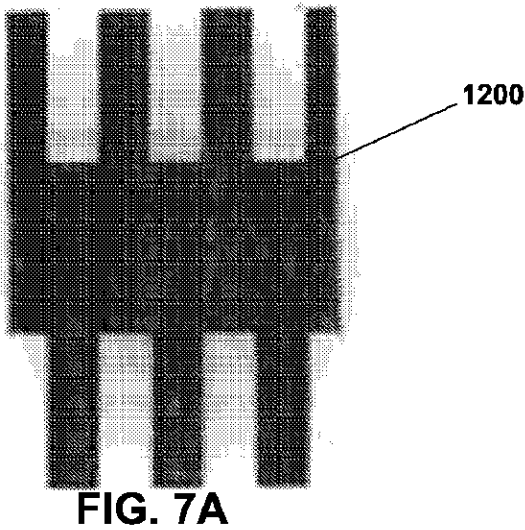
20

30

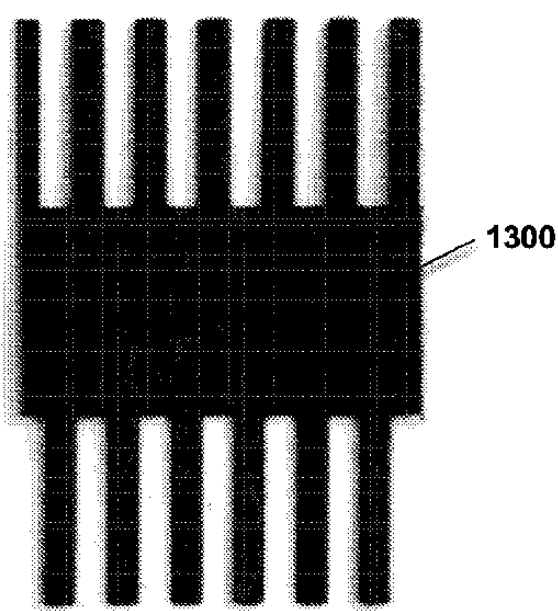
40

50

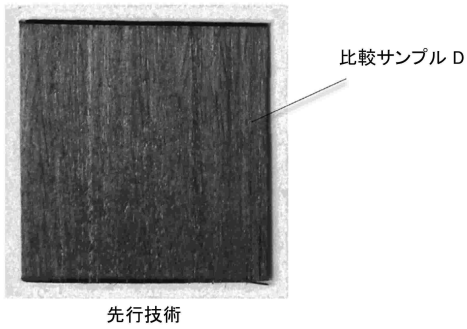
【図 7 A】



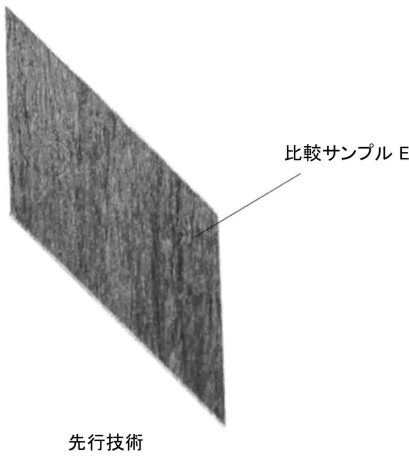
【図 7 B】



【図 8 A】



【図 8 B】



10

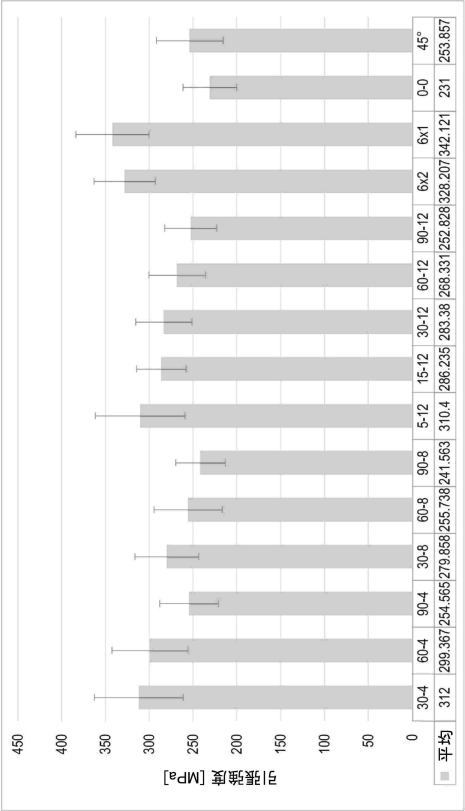
20

30

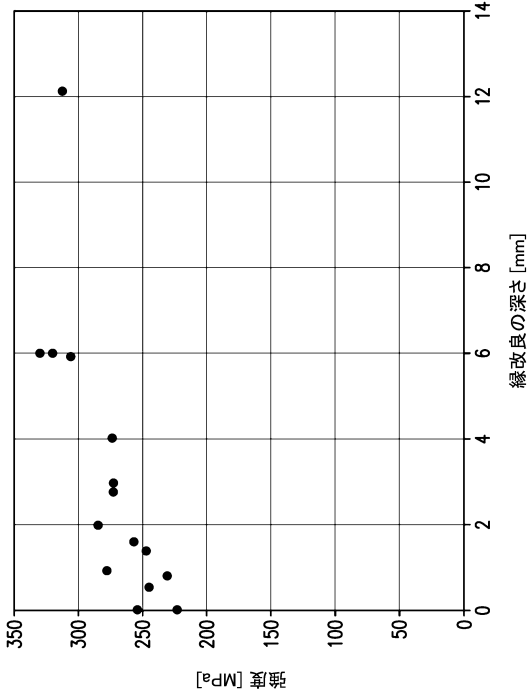
40

50

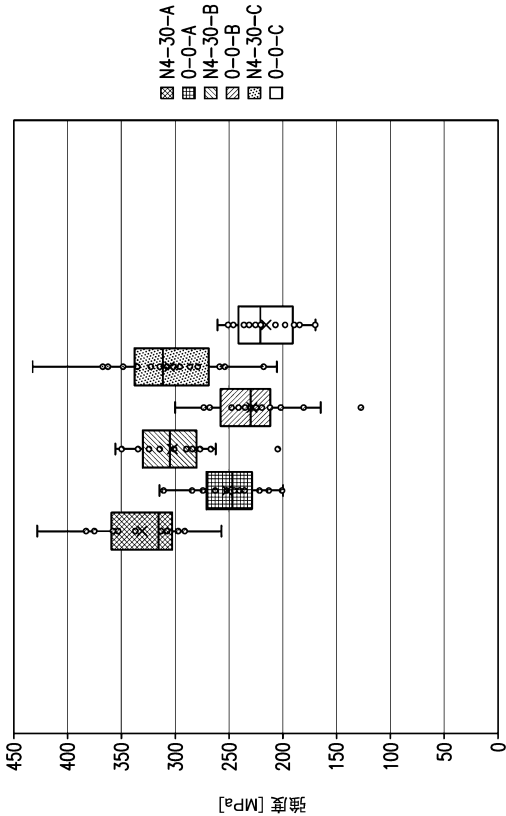
【図 9】



【図 10】



【図 11】



【図 12】

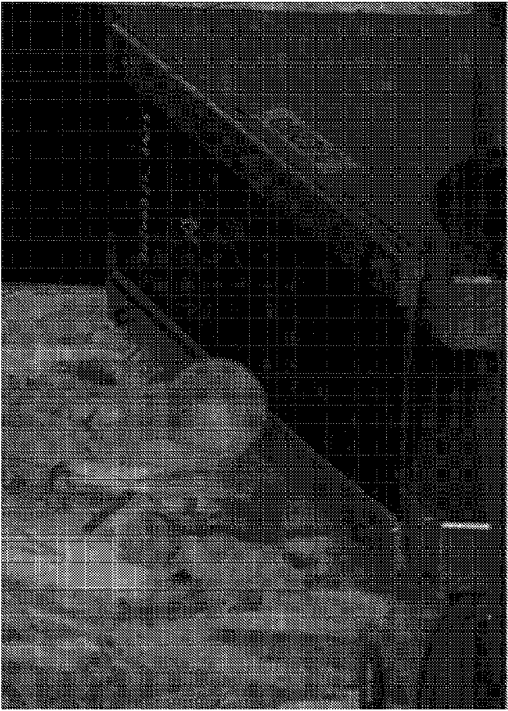
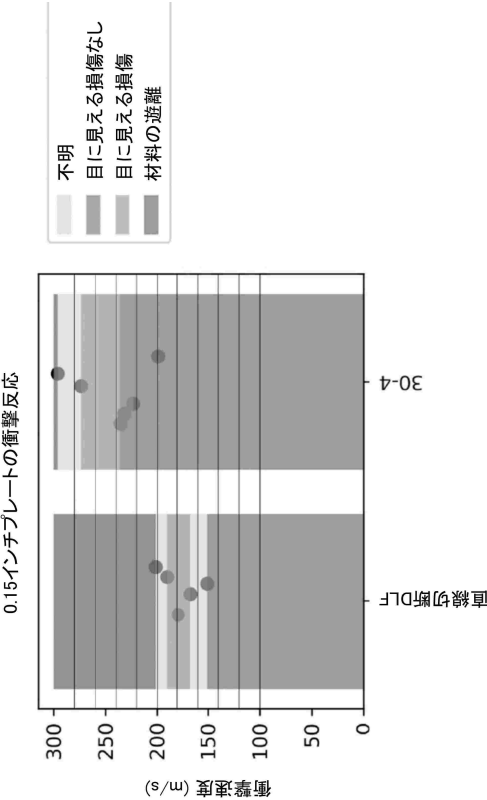


FIG. 12

【 図 1 3 】



【 図 1 4 】

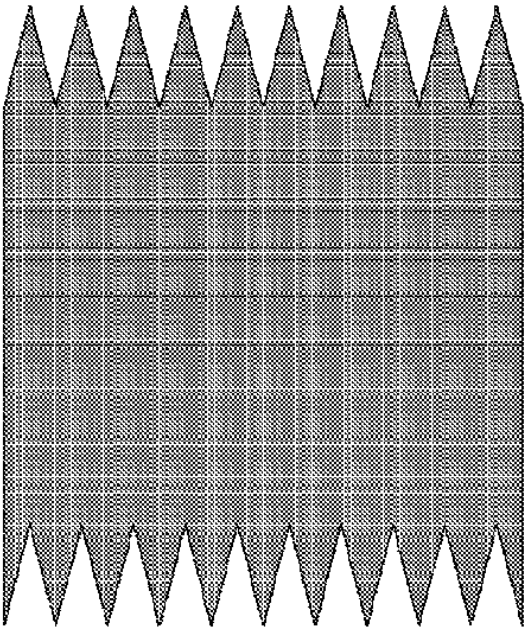


FIG. 14

【 図 1 5 】

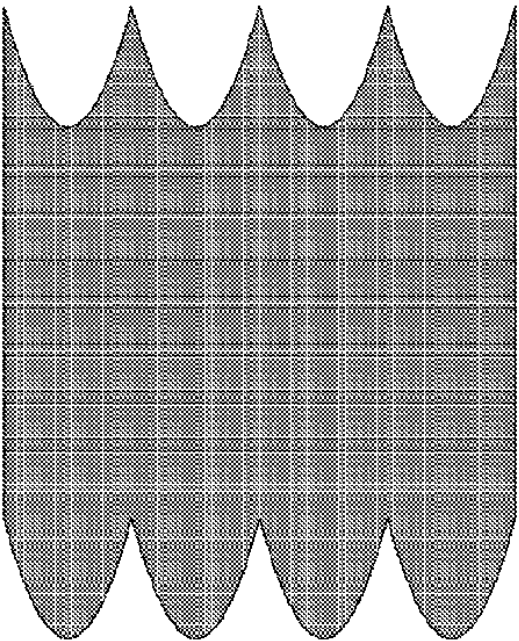


FIG. 15

【 図 1 6 】

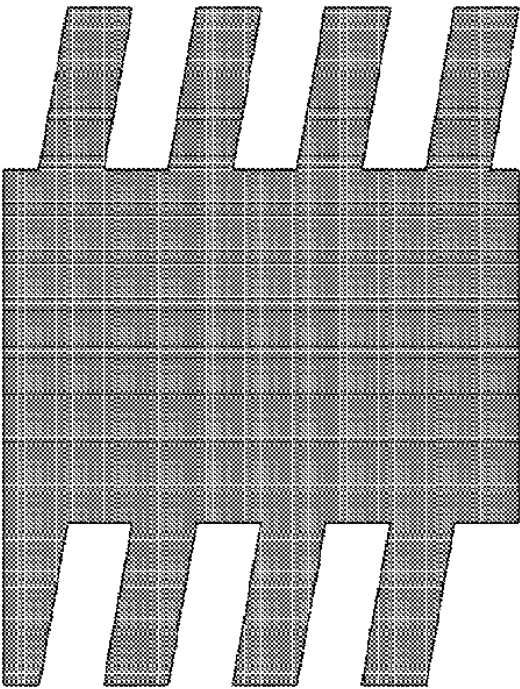


FIG. 16

10

20

30

40

50

【図 17】

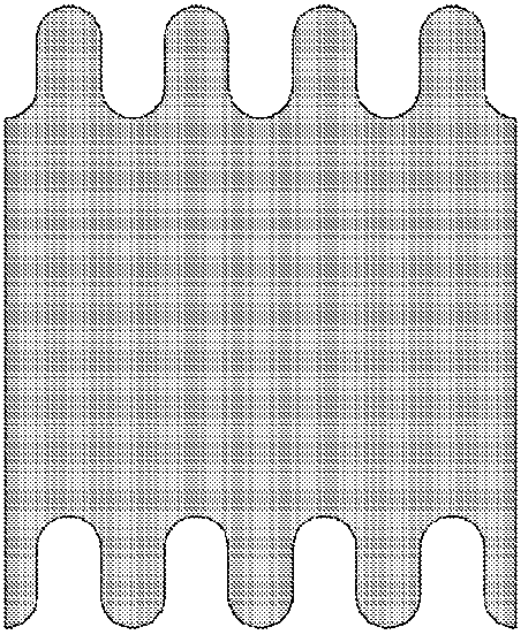


FIG. 17

【図 18】

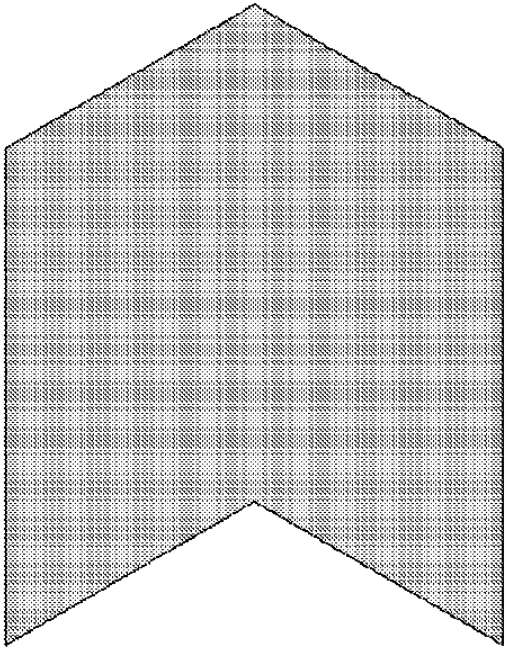


FIG. 18

【図 19】

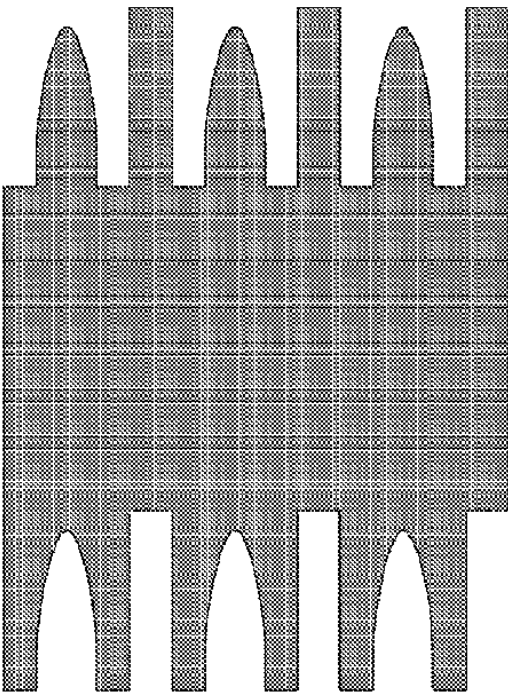


FIG. 19

【図 20】

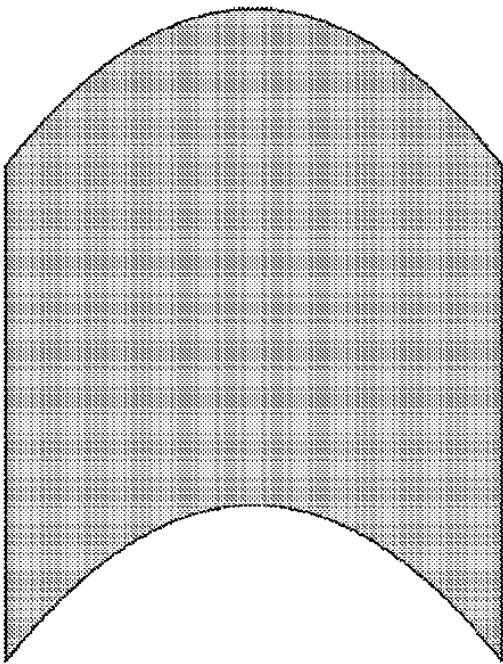


FIG. 20

10

20

30

40

50

【図 2 1】

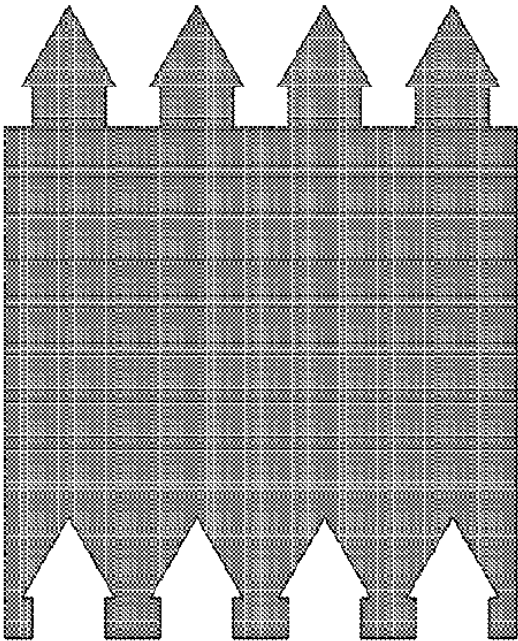


FIG. 21

【図 2 2】

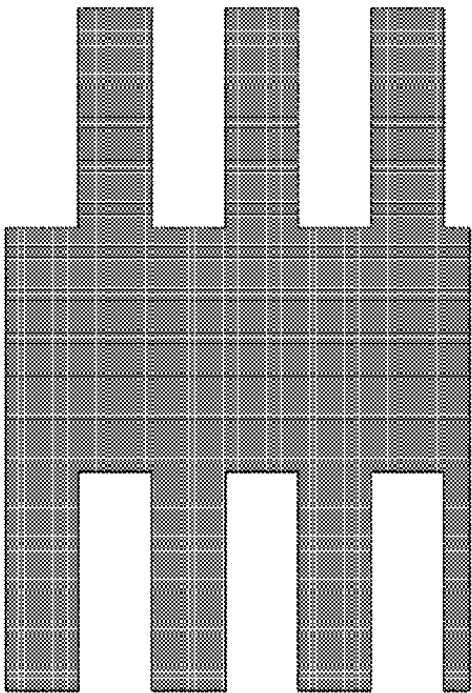


FIG. 22

【図 2 3】

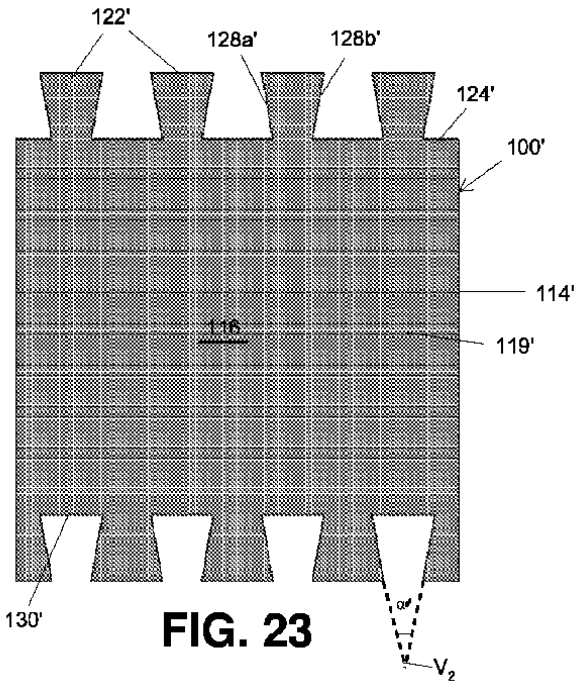


FIG. 23

【図 2 4】

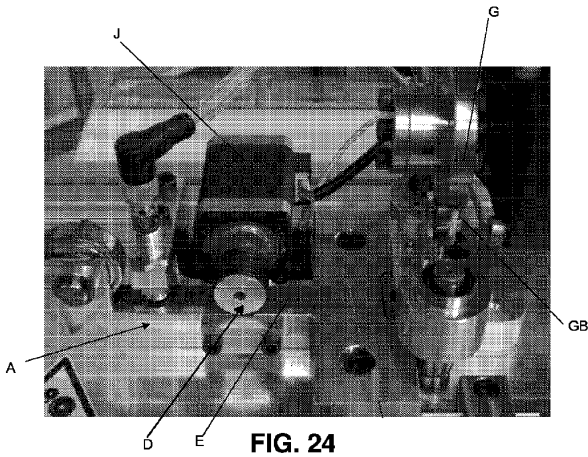


FIG. 24

10

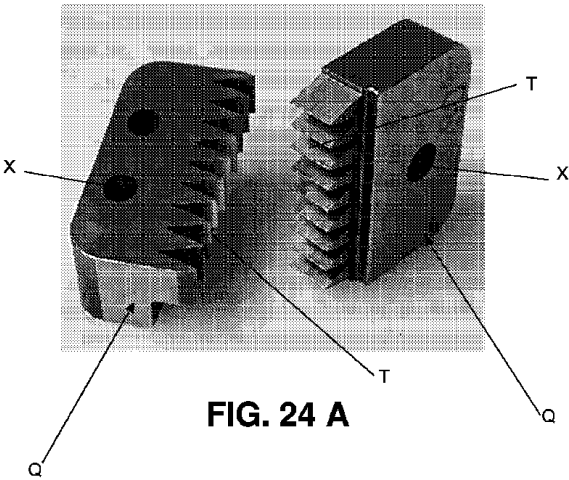
20

30

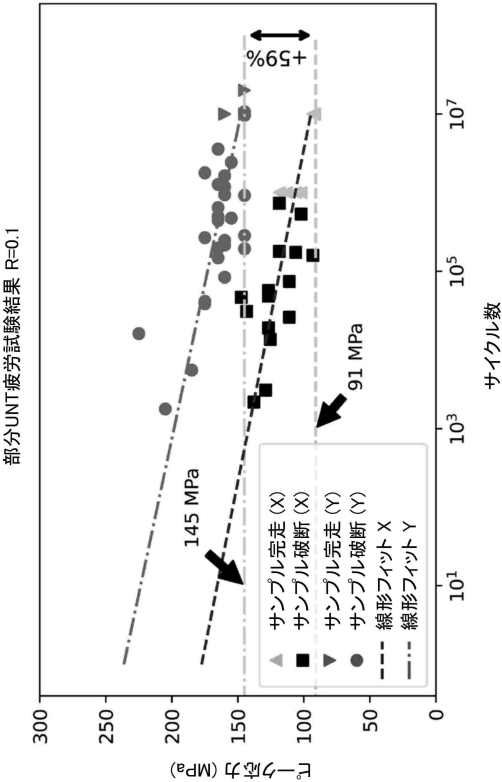
40

50

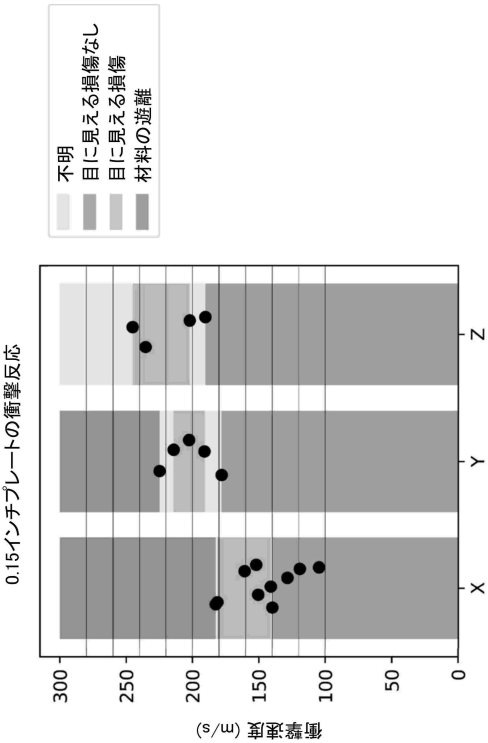
【図 2 4 A】



【図 2 5】



【図 2 6】



10

20

30

40

50

【手続補正書】

【提出日】令和6年12月20日(2024.12.20)

【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】

物品の形成に使用するための改良ポリマー複合体フレークを提供する方法であって、

(a) 少なくとも1つのポリマーマトリクス材料と、前記ポリマーマトリクス材料を通して延びる第1の繊維材料の長い強化繊維と、を有する複合体を提供することと、

(b) 前記複合体から少なくとも1つのフレークを形成することであって、

前記少なくとも1つのフレークは、外縁を有する外面を有し、

前記外縁の一部は、前記少なくとも1つのフレークの前記外縁に少なくとも1つの外縁特徴を提供するように構成され、それにより、改良ポリマー複合体フレークを提供する、前記形成することと、

を含む、方法。

【請求項2】

前記複合体を切断して前記少なくとも1つのフレークを形成することによって前記少なくとも1つのフレークを形成することをさらに含む、請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記少なくとも1つのフレークは、切断装置によって切断される、請求項2に記載の方法。

【請求項4】

前記複合体は、テープ、プレート、及び、シートから選択される形態である、請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記複合体内の前記長い強化繊維は、一方向に延びる、請求項1に記載の方法。

【請求項6】

前記複合体内の前記長い強化繊維は、連続する長い強化繊維である、請求項5に記載の方法。

【請求項7】

前記複合体はテープの形態であり、かつ、前記長い強化繊維は一方向に延びる連続する長い強化繊維である、請求項1に記載の方法。

【請求項8】

前記少なくとも1つの外縁特徴は、少なくとも2つの角度のついた辺を有する、請求項1に記載の方法。

【請求項9】

前記外縁特徴の前記少なくとも2つの角度のついた辺は、約5°から約120°の角度で互いに向かって角度がついている、請求項8に記載の方法。

【請求項10】

前記外縁特徴の前記少なくとも2つの角度のついた辺は、約20°から約90°の角度で互いに向かって角度がついている、請求項9に記載の方法。

【請求項11】

前記外縁特徴の前記少なくとも2つの角度のついた辺は、約20°から約60°の角度で互いに向かって角度がついている、請求項10に記載の方法。

【請求項12】

前記外縁特徴の前記少なくとも2つの角度のついた辺は、約30°から約60°の角度で互いに向かって角度がついている、請求項11に記載の方法。

10

20

30

40

50

【請求項 13】

前記外縁特徴の前記少なくとも2つの角度のついた辺は、連続し、前記少なくとも2つの角度の付いた辺間の接触点で前記角度の頂点を共に形成する、請求項12に記載の方法。

【請求項 14】

複数の外縁特徴がある、請求項8に記載の方法。

【請求項 15】

各外縁特徴の前記少なくとも2つの角度のついた辺は、連続し、前記少なくとも2つの角度の付いた辺間の接触点で角度の頂点を共に形成し、前記少なくとも1つの外縁特徴を有する前記外縁の部分がジグザグパターンを有するように、前記複数の外縁特徴のうちの少なくとも2つの外縁特徴も連続している、請求項14に記載の方法。

10

【請求項 16】

前記少なくとも1つのフレークの前記外縁は、少なくとも3つの外縁部を有し、前記外縁部の少なくとも2つは、前記ジグザグパターンを有する、請求項15に記載の方法。

【請求項 17】

前記少なくとも1つのフレークの中の前記長い強化繊維は、一方向に延び、かつ、前記少なくとも1つのフレークを通して第1の方向に延び、

前記ジグザグパターンを有する前記外縁部は、前記第1の方向に対して角度のついた第2の方向に延びる、請求項15に記載の方法。

20

【請求項 18】

前記第2の方向と前記第1の方向との間の前記角度が約90°である、請求項17に記載の方法。

【請求項 19】

前記第2の方向と前記第1の方向との間の前記角度が約60°から約90°である、請求項17に記載の方法。

【請求項 20】

前記少なくとも1つの外縁特徴は、三角形状、パラボラ形状、平行四辺形状、ベル形状、弾丸形状、矢じり形状、及び、台形状から選択される形状を有するように構成され、

2以上の外縁特徴がある場合、それぞれの外縁特徴は同じであっても異なってもよい、請求項1に記載の方法。

30

【請求項 21】

前記少なくとも1つの外縁特徴は、長方形状を有する平行四辺形状である、請求項20に記載の方法。

【請求項 22】

前記外縁特徴を有する前記外縁の部分に2以上の外縁特徴があり、前記外縁特徴が一緒になってパターンを形成することを特徴とする、請求項20に記載の方法。

【請求項 23】

前記少なくとも1つのフレークは、4つの外縁部を有し、そのうちの2つが対向する外縁部であり、その2つの対向する外縁部の各々は、前記パターンが前記2つの対向する外縁部の実質的に全て沿って延びるように、かつ、前記少なくとも1つのフレーク亘って長手方向に測定される前記2つの対向する外縁部の間の距離が前記パターン全体に亘って実質的に同じままであるように、その上に形成された前記パターンを有する、請求項22に記載の方法。

40

【請求項 24】

前記ポリマーマトリクス材料は熱可塑性樹脂であり、ポリスルホン、ポリスルフィド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリアミド、ポリアリーレンポリマー、フルオロポリマー、及び、それらの組み合わせ及びそのコポリマーのうちの1つ又は複数である、請求項1に記載の方法。

【請求項 25】

50

前記ポリマーマトリクス材料は、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトンケトン、及び、それらの組み合わせ及びそのコポリマーのうちの1つ又は複数であるポリアリーレンポリマーである、請求項24に記載の方法。

【請求項26】

前記ポリマーマトリクス材料は、テトラフルオロエチレンと少なくとも1種のペルフルオロアルキルビニルエーテルとのコポリマー、テトラフルオロエチレンと少なくとも1種の他のペルフルオロアルキレン、ポリクロロトリフルオロエチレン、エチルクロロトリフルオロエチレン、エチルトリフルオロエチレン、ポリフッ化ビニリデン、ポリフッ化ビニルとのコポリマー、及び、これらの組み合わせ及びコポリマーのうちの少なくとも1つであるフルオロポリマーである、請求項24に記載の方法。

10

【請求項27】

前記ポリマーマトリクス材料は熱硬化性ポリマーであり、熱硬化性エラストマー、エポキシ樹脂、熱硬化性ビスシトラコンイミド、ビスマレイミド、ビスマレイミド／トリアジン／エポキシ樹脂、シアネートエステル、シアネート樹脂、フラン樹脂、フェノール樹脂、尿素ホルムアルデヒド樹脂、メラミン－ホルムアルデヒド樹脂、フタロシアニン樹脂、ポリベンゾオキサゾール樹脂、アセチレン末端ポリイミド樹脂、シリコーン、ポリトリアジン、熱硬化性ポリビニルエステル、熱硬化性ポリウレタン、ポリテトラフルオロエチレン、メラミン、ポリアルキド、キシレン樹脂のうちの1つ又は複数である、請求項1に記載の方法。

【請求項28】

前記少なくとも1つのフレークの中の前記長い強化繊維は、無機繊維、セラミック繊維、ガラス繊維、グラファイト繊維、炭素繊維、熱可塑性繊維、熱硬化性繊維、及び、それらの組み合わせのうちの1つ又は複数である、請求項1に記載の方法。

20

【請求項29】

前記少なくとも1つのフレークの前記外縁は、前記少なくとも1つのフレークの前記外面上に、一般に三角形、少なくとも5つの辺を有する多角形、円、平行四辺形、又は、台形である全体形状を有する表面領域を画定し、

前記少なくとも1つの外縁特徴が、そのような表面領域形状の少なくとも1つの縁部に形成される、請求項1に記載の方法。

【請求項30】

前記外縁によって画定される前記表面領域は、正方形、長方形、及び、ひし形から選択される平行四辺形であることを特徴とする、請求項29に記載の方法。

30

【請求項31】

複数のフレークがあり、それぞれは前記フレークの前記外縁によって前記フレークの前記外面に画定された表面領域を有し、前記フレークの前記表面領域に直交する平面において各フレークの前記外縁に沿って測定された厚さを有し、

前記複数のフレークの平均外表面領域は約20平方ミリメートルから約650平方ミリメートルであり、前記複数のフレークの平均厚さは約0.05mmから約0.25mmである、請求項29に記載の方法。

【請求項32】

前記複数のフレークの平均外表面領域は、約150平方ミリメートルから約170平方ミリメートルであり、

前記複数のフレークの前記平均厚さが約0.1mmから約0.20mmである、請求項31に記載の方法。

40

【請求項33】

前記外縁特徴を有する複数の前記改良ポリマー複合体フレークを用いて物品が形成される場合、形成された前記物品は、同じ材料で形成され、同じ全体形状及びサイズを有するが、前記外縁特徴を欠く複数のフレークを用いて形成された物品の引張強度よりも少なくとも約30%大きい平均引張強度を有する、請求項1に記載の方法。

【請求項34】

50

前記複数の改良ポリマー複合体フレークを用いて形成された前記物品の前記平均引張強度は、少なくとも約40%から約60%大きい、請求項33に記載の方法。

【請求項35】

前記少なくとも1つの外縁特徴は、少なくとも2つの角度の付いた辺を有し、
少なくとも1つの前記改良ポリマー複合体フレーク上の各外縁特徴の前記少なくとも2つの角度の付いた辺が連続し、

前記少なくとも2つの角度の付いた辺間の接触点において角度の頂点を共に形成し、
前記少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレーク上に前記外縁特徴が複数あり、
前記少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレークの前記外縁の一部がジグザグパターンを有するように前記複数の外縁特徴の前記角度のついた特徴のうちの少なくとも2つも連続している、請求項1に記載の方法。

10

【請求項36】

前記少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレーク上の前記ジグザグパターンに約2個から約12個の前記外縁特徴がある、請求項35に記載の方法。

【請求項37】

前記ジグザグパターンに約4個から約8個の前記外縁特徴がある、請求項36に記載の方法。

【請求項38】

前記少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレークが、少なくとも3つの外縁部を含み、そのうちの少なくとも2つが前記ジグザグパターンを有する、請求項36に記載の方法。

20

【請求項39】

前記ジグザグパターンに約4個から約8個の前記外縁特徴がある、請求項38に記載の方法。

【請求項40】

請求項1に記載の前記方法によって形成された複数の前記改良ポリマー複合体フレークを加熱成形又は硬化させることによって形成された物品。

【請求項41】

前記物品は、高温及び／又は高圧の最終用途、又は、航空機、医療機器、ロボット工学、自動車、半導体、若しくはスポーツの最終用途に使用するためのコンポーネント、装置又は部品である、請求項40に記載の物品。

30

【請求項42】

前記物品は、航空機に使用するためのブラケット、カバー、フェアリング、又は、キャビン側壁アタッチメントである、請求項41に記載の物品。

【請求項43】

前記物品は格納シェルである、請求項40に記載の物品。

【請求項44】

前記物品は、請求項1に記載の前記方法によって形成された前記少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレークと同じであっても異なってもよい未改良ポリマー複合体フレークと共に、前記複数の改良ポリマー複合体フレークを成形又は硬化させることによって形成される、請求項40に記載の物品。

40

【請求項45】

前記未改良ポリマー複合体フレークは、請求項1に記載の前記方法で形成された前記少なくとも1つの改良ポリマー複合体フレークのものと同一前記ポリマーマトリクス材料及び同一前記長い強化繊維を組み込んでいる、請求項44に記載の物品。

【請求項46】

少なくとも1つのポリマーマトリクス材料と、前記ポリマーマトリクス材料を通して延びる長い強化繊維と、を有する複合体フレークから形成され、前記複合体フレークが少なくとも1つの外縁を有する外面を有する、物品の平均引張強度及び衝撃耐性のうちの1つ又は複数を増加させる方法であって、

50

複数の改良ポリマー複合体フレークを提供することであって、前記改良ポリマー複合体フレークの各々が前記フレークの外縁の一部に沿って外縁特徴を有する、前記提供することと、

複数の前記改良ポリマー複合体フレークを使用して前記物品を形成することと、を含む、方法。

【請求項 47】

前記改良ポリマー複合体フレークを用いて形成された物品の前記衝撃耐性は、高速衝撃耐性である、請求項 46 に記載の方法。

【請求項 48】

物品を作成するための改良ポリマー複合体フレークであって、

外縁を有する外面であって、前記外縁が前記外面上の外面領域を画定し、前記改良ポリマー複合体フレークは、前記外縁によって規定される前記外面領域に対して概ね直交する方向に延びる前記外縁に沿った厚さを有する、前記外面と、

ポリマーマトリクス材料と、

前記ポリマーマトリクス材料内の長い強化繊維と、

前記改良ポリマー複合体フレークの前記外縁の一部上の少なくとも 1 つの外縁特徴と、を有する、改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 49】

前記外縁特徴の形状は、三角形状、パラボラ形状、平行四辺形状、ベル形状、弾丸形状、矢じり形状、及び、台形状から選択される、請求項 48 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 50】

2 以上の外縁特徴があり、各外縁特徴は同じである、請求項 49 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 51】

一緒になってパターンを形成する 2 以上の外縁特徴がある、請求項 50 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 52】

前記長い強化繊維が、前記ポリマーマトリクス材料内で一方向に延びる、請求項 48 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 53】

前記改良ポリマー複合体フレークは、一方向に延び、連続する長い強化繊維を有するポリマー複合体から形成される、請求項 48 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 54】

前記外縁特徴が、約 5° から約 120° の角度で互いに向かって角度がついている少なくとも 2 つの角度の付いた辺を有する、請求項 48 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 55】

前記外縁特徴の前記少なくとも 2 つの角度の付いた辺は、約 20° から約 90° の角度で互いに向かって角度がついている、請求項 54 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 56】

前記外縁特徴の前記少なくとも 2 つの角度の付いた辺は、約 20° から約 60° の角度で互いに向かって角度がついている、請求項 55 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 57】

前記外縁特徴の前記少なくとも 2 つの角度の付いた辺は、約 30° から約 60° の角度で互いに向かって角度がついている、請求項 56 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 58】

前記 2 つの角度の付いた辺が連続し、前記少なくとも 2 つの角度の付いた辺間の接触点で前記角度の頂点を共に形成する、請求項 54 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 59】

10

20

30

40

50

複数の外縁特徴があり、各々が前記少なくとも2つの角度の付いた辺を有する、請求項58に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項60】

前記複数の外縁特徴のうちの前記少なくとも2つの外縁特徴もまた、前記外縁特徴を有する前記複数の改良ポリマー複合体フレークの各々の前記外縁の少なくとも一部分がジグザグパターンを有するように連続している、請求項59に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項61】

前記改良ポリマー複合体フレークの各々は、少なくとも3つの外縁部を有し、そのうちの少なくとも2つが前記ジグザグパターンを有する、請求項60に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項62】

前記改良ポリマー複合体フレークの各々の前記長い強化繊維は、一方向に延びる繊維であり、前記改良ポリマー複合体フレークを通して第1の方向に延び、

前記ジグザグパターンを有する前記フレークの各々の前記外縁の前記少なくとも一部分は、第2の方向に延び、

前記第2の方向は、前記第1の方向に対して角度がついている、請求項61に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項63】

前記第2の方向は、前記第1の方向と直交する、請求項62に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項64】

前記第2の方向は、前記第1の方向に対して約60°から約90°の角度である、請求項63に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項65】

前記ポリマーマトリクス材料が熱可塑性樹脂であり、ポリスルホン、ポリスルフィド、ポリイミド、ポリアミドイミド、ポリアミド、ポリアリーレンポリマー、フルオロポリマー、及び、それらの組み合わせ及びコポリマーのうちの1つ又は複数である、請求項48に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項66】

前記ポリマーマトリクス材料は、ポリエーテルケトン、ポリエーテルエーテルケトン、ポリエーテルケトンケトン、及び、それらの組み合わせ及びコポリマーの1つ又は複数であるポリアリーレンポリマーである、請求項65に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項67】

前記複合体中の前記長い強化繊維が、無機繊維、セラミック繊維、ガラス繊維、グラファイト繊維、炭素繊維、熱可塑性繊維、熱硬化性繊維、及び、それらの組み合わせのうちの1つ又は複数である、請求項48に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項68】

前記改良ポリマー複合体フレーク上に複数の外縁特徴があり、

前記外縁特徴の各々は、少なくとも2つの角度の付いた辺を有し、前記少なくとも2つの角度の付いた辺は連続しており、前記少なくとも2つの角度の付いた辺間の接触点において角度の頂点を共に形成し、

前記複数の外縁特徴のうちの少なくとも2つの外縁特徴もまた、前記フレークの各々の上の前記外縁特徴を有する前記外縁の前記少なくとも1つの縁部がジグザグパターンを有するように、連続している、請求項48に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項69】

前記ジグザグパターンに約2個から約12個の外縁特徴がある、請求項68に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項70】

前記ジグザグパターンに約4個から約8個の外縁特徴がある、請求項69に記載の改良

10

20

30

40

50

ポリマー複合体フレーク。

【請求項 7 1】

前記改良ポリマー複合体フレークが、少なくとも 3 つの外縁部を有し、そのうちの少なくとも 2 つが前記ジグザグパターンを有する、請求項 6 8 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 7 2】

前記ジグザグパターンに約 4 個から約 8 個の外縁特徴がある、請求項 7 1 に記載の改良ポリマー複合体フレーク。

【請求項 7 3】

物品の形成に使用するための改良ポリマー複合体フレークを形成するための装置であって、

ポリマー複合体の一部を制御可能に供給するための供給装置であって、前記ポリマー複合体の前記一部は、フレークを形成するように構成され、かつサイズ決めされ、前記複合体は、少なくとも 1 つのポリマーマトリクス材料と、前記ポリマー複合体中の前記ポリマーマトリクス材料を通して延びる長い強化繊維と、を含む、前記供給装置と、

移動可能で制御可能な切断装置であって、ギロチンとして動作して前記供給装置によって供給された前記ポリマー複合体の一部をフレークに切断し、前記切断装置から切断されたフレークの縁の一部に少なくとも 1 つの外縁特徴を提供するように構成された 1 つ又は複数の取り外し可能な切断テンプレートを備える、前記切断装置と、

を備える、装置。

【請求項 7 4】

前記供給装置及び前記切断装置のうちの 1 つ又は複数の制御可能に操作するための制御装置をさらに備える、請求項 7 3 に記載の装置。

【請求項 7 5】

切断された前記フレークの異なる縁部に異なる縁部特徴を与えるために、異なる切断テンプレートが使用され得る、請求項 7 3 に記載の装置。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0034】

本発明は、別の実施形態において、少なくとも 1 つのポリマーマトリクス材料と、ポリマーマトリクス材料を通して延びる長い強化繊維と、を有する複合体フレークから形成され、複合体フレークが少なくとも 1 つの外縁を有する外面を有する、物品の平均引張強度、高速衝撃耐性、及び疲労耐性のうちの 1 つ又は複数の増加させる方法をさらに含む。本方法は、複数の改良ポリマー複合体フレークを提供することであって、改良ポリマー複合体フレークの各々が、フレークの外縁の一部に沿って外縁特徴を有する、提供することと、複数の前記改良ポリマー複合体フレークを使用して物品を形成することと、を含んでもよい。このような改良ポリマー複合体フレークを用いて形成された物品の前記衝撃耐性は、高速衝撃耐性であってもよい。

10

20

30

40

50

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/US 23/63406

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC - INV. B29B 11/06, B29C 70/08, B29C 43/52, B29B 11/12 (2023.01) ADD. B29C 43/00 (2023.01) CPC - INV. B29B 11/06, B29C 70/08, B29C 43/52, B29B 11/12 ADD. B29C 43/003 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) See Search History document		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched See Search History document		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) See Search History document		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X — Y — A	US 2011/011172 A1 (Gideon et al.) 12 May 2011 (12.05.2011) para [0006]-[0007], para [0024]-[0025], para [0028]-[0031], para [0039], Fig. 3	1-7, 24-25, 28-32, 40-41, 44-45 26-27, 33-34, 42-43, 46-47 8-23, 35-39
Y	US 2012/0040170 A1 (Fortunato et al.) 16 February 2012 (16.02.2012) para [0010]-[0011], para [0038]-[0039]	26-27
Y	US 2016/0347948 A1 (Lotte Chemical Corporation et al.) 1 December 2016 (01.12.2016) para [0012], para [0087], para [0102], para [0106]	33-34, 46-47
Y	US 2021/0277194 A1 (Toray Industries, Inc.) 9 September 2021 (09.09.2021) para [0001], para [0007], para [0071]	42
Y	US 2021/0123433 A1 (Rotary Manufacturing, LLC) 29 April 2021 (29.04.2021) para [0006], para [0095]	43
Y	US 2013/0202831 A1 (Chhun et al.) 8 August 2013 (08.08.2013) para [0001], para [0055], para [0077], Table 1	47
L	US 2019/0250262 A1 (IMEC vzw) 15 August 2019 (15.08.2019) para [0094]	1-47
☐ 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 "D" document cited by the applicant in the international application "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 3 May 2023 (03.05.2023)		Date of mailing of the international search report AUG 04 2023
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-8300		Authorized officer Kari Rodriguez Telephone No. PCT Helpdesk: 571-272-4300

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 2022)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 23/63406

Box No. II Observations where certain claims were found unsearchable (Continuation of item 2 of first sheet)

This international search report has not been established in respect of certain claims under Article 17(2)(a) for the following reasons:

1. ☐ Claims Nos.:
because they relate to subject matter not required to be searched by this Authority, namely:
2. ☐ Claims Nos.:
because they relate to parts of the international application that do not comply with the prescribed requirements to such an extent that no meaningful international search can be carried out, specifically:
3. ☐ Claims Nos.:
because they are dependent claims and are not drafted in accordance with the second and third sentences of Rule 6.4(a).

Box No. III Observations where unity of invention is lacking (Continuation of item 3 of first sheet)This International Searching Authority found multiple inventions in this international application, as follows:
-----see supplemental box-----

1. ☐ As all required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers all searchable claims.
2. ☐ As all searchable claims could be searched without effort justifying additional fees, this Authority did not invite payment of additional fees.
3. ☐ As only some of the required additional search fees were timely paid by the applicant, this international search report covers only those claims for which fees were paid, specifically claims Nos.:
4. ☒ No required additional search fees were timely paid by the applicant. Consequently, this international search report is restricted to the invention first mentioned in the claims; it is covered by claims Nos.:
1-47

Remark on Protest

- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest and, where applicable, the payment of a protest fee.
- ☐ The additional search fees were accompanied by the applicant's protest but the applicable protest fee was not paid within the time limit specified in the invitation.
- ☐ No protest accompanied the payment of additional search fees.

Form PCT/ISA/210 (continuation of first sheet (2)) (July 2022)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 23/63408

Bx. III (Lack of Unity)

This application contains the following inventions or groups of inventions which are not so linked as to form a single general inventive concept under PCT Rule 13.1. In order for all inventions to be searched, the appropriate additional search fees must be paid.

Group I: Claims 1-47 is directed toward a method of providing a modified polymeric composite flake for use in forming articles, comprising: (a) providing a composite having at least one polymeric matrix material and long reinforcing fibers of a first fiber material extending through the polymeric matrix material; and (b) forming from the composite at least one flake, wherein the at least one flake comprises an exterior surface having an exterior edge, a portion of the exterior edge being configured to provide at least one exterior edge feature to the exterior edge of the at least one flake thereby providing a modified polymeric composite flake; and a method of increasing one of more of an average tensile strength and an impact resistance of articles formed from composite flakes having at least one polymeric matrix material and long reinforcing fibers extending through the polymeric matrix material, and wherein the composite flakes comprise an exterior surface having at least one exterior edge, the method comprising: providing a plurality of modified polymeric composite flakes, wherein each of the modified polymeric composite flakes has an exterior edge feature along a portion of an exterior edge of the flake; and forming the articles using a plurality of the modified polymeric composite flakes.

Group II: Claims 48-72 is directed toward a modified polymeric composite flake for preparing articles, comprising: an exterior surface having an exterior edge thereon, wherein the exterior edge defines an exterior surface area on the exterior surface, the modified polymeric composite flake having a thickness along the edge extending in a direction generally orthogonal to the exterior surface area defined by the edge; a polymeric matrix material; long reinforcing fibers within the polymeric matrix material; and at least one exterior edge feature on a portion of the exterior edge of the modified polymeric composite flake.

Group III: Claims 73-75 is directed toward an apparatus for forming modified polymeric composite flakes for use in forming articles, comprising: a feeder for controllably feeding a portion of a polymeric composite, the portion of the polymeric composite configured and sized to form a flake, the composite comprising at least one polymeric matrix material and long reinforcing fibers extending through the polymeric matrix material in the polymeric composite; and a moveable and controllable cutting device that operates as a guillotine to cut a portion of the polymeric composite fed by the feeder into a flake and comprising one or more removable cutting templates configured for providing at least one exterior edge feature on a portion of an edge of a flake cut from the cutting device.

The inventions listed as Groups I-III do not relate to a single general inventive concept under PCT Rule 13.1 because, they lack the same or corresponding special technical features for the following reasons:

Special Technical Features:

The invention of Group I includes the special technical feature of a method of providing a modified polymeric composite flake for use in forming articles, comprising: (a) providing a composite having at least one polymeric matrix material and long reinforcing fibers of a first fiber material extending through the polymeric matrix material; and (b) forming from the composite at least one flake; and a method of increasing one of more of an average tensile strength and an impact resistance of articles, the method comprising: providing a plurality of modified polymeric composite flakes; and forming the articles using a plurality of the modified polymeric composite flakes, not required by Groups II or III.

The invention of Group II includes the special technical feature of a flake, comprising: an exterior surface defining an exterior surface area on the exterior surface, the flake having a thickness along the edge extending in a direction generally orthogonal to the exterior surface area defined by the edge, not required by Group I or III.

The invention of Group III includes the special technical feature of an apparatus for forming modified polymeric composite flakes, comprising: a feeder for controllably feeding a portion of a polymeric composite, the portion of the polymeric composite configured and sized to form a flake; and a moveable and controllable cutting device that operates as a guillotine to cut a portion of the polymeric composite fed by the feeder into a flake and comprising one or more removable cutting templates configured for providing at least one exterior edge feature on a portion of an edge of a flake cut from the cutting device, not required by Group I or II.

Shared Technical Features:

The inventions of Groups I and II share the technical features of a modified polymeric composite flake for preparing articles, comprising: an exterior surface having an exterior edge thereon; a polymeric matrix material; long reinforcing fibers within the polymeric matrix material; and at least one exterior edge feature on a portion of the exterior edge of the modified polymeric composite flake.

Continuation on Supplemental Box

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 23/63406

Bx. III (Lack of Unity)

However, these shared technical features do not represent a contribution over prior art, because the shared technical feature is being obvious over US 2011/011172 A1 to Gideon et al. (hereinafter "Gideon") as evidenced by US 2019/0250262 A1 to IMEC vzw (hereinafter "IMEC").

Gideon teaches a polymeric composite flake (para [0007], a method is provided of molding a fiber reinforced composite part. The method includes cutting a plurality of flakes from a unidirectional fiber preform pre-impregnated with a thermoplastic resin; and para [0025]. The thermoplastic resin which either forms part of the flakes 24 or which is added to dry flakes 24, may comprise a relatively high viscosity thermoplastic resin such as...PEEK (polyetheretherketone); Polyetheretherketone is a polymeric matrix material; see instant claim 26, the polymeric matrix material is a polyarylene polymer that is one or more of polyether ketones, polyetherether ketones; The flake is formed from a mixture comprising a polymer and fibers, and said mixture is a polymeric composite) for preparing articles (para [0030], the part 20 described above may be manufactured using one embodiment of a method that begins at step 28 with providing a tape or sheet of unidirectional fiber prepreg, or in other embodiments, a tackified dry fiber preform. At step 30, the flakes 24 may be cut from the tape or sheet to the desired outline shape. At step 32, a mold charge 60 (FIG. 1) is formed by measuring, typically by weighing, a quantity of the flakes 24 that is to form the charge 60 for a particular part 20; and para [0039], exemplary method 76 may include specification and design 80 of the aircraft 78 and material procurement 82 in which the disclosed parts 20 may be specified for use in components and assemblies on the aircraft 78; A part which can be used on an aircraft is an article; see instant claim 41, the article is a component, apparatus or part...for use in aircraft...applications), comprising: an exterior surface having an exterior edge thereon (para [0023], as used herein, "flakes" and "fiber flakes" refer to individual pieces, fragments, slices, layers or masses that contain fibers suitable for reinforcing the part 20; and para [0028], The flakes 24 may be substantially flat and may have any of various outline shapes; and para [0029]. For example, as shown in FIG. 3A, the fibers 31 near the top and bottom of the flake 24 g have a length L1 that is considerably shorter than the length L2 of the fibers 33 near the middle of the flake 24 g; and Fig. 3, which shows a top view of the flakes; It is reasonably understood that the flakes have an exterior surface having an exterior edge thereon); a polymeric matrix material (para [0025]. The thermoplastic resin which either forms part of the flakes 24 or which is added to dry flakes 24, may comprise a relatively high viscosity thermoplastic resin such as...PEEK (polyetheretherketone); Polyetheretherketone is a polymeric matrix material; see instant claim 25, the polymeric matrix material is a polyarylene polymer that is one or more of polyether ketones, polyetherether ketones; long reinforcing fibers within the polymeric matrix material (para [0025]. The flakes 24 have one or more specific shapes which aid in maintaining a substantially uniform distribution and random orientation of the reinforcing fibers 33 within the melted mixture of resin and reinforcing fibers...The reinforcing fibers in the flakes 24 may be any of a variety of high strength fibers; and para [0029]. The presence of fibers 33 having differing lengths in the mixture aids in achieving a more uniform distribution of the flakes 24 in the part 20, while promoting isotropic mechanical properties and/or strengthening the part 20...a combination or mix of long and short fiber lengths within a single flake 24 may be particularly desirable), but does not teach a modified polymeric composite flake comprising: at least one exterior edge feature on a portion of the exterior edge of the modified polymeric composite flakes.

It would have been obvious to one of ordinary skill in the art to provide the flake with at least one exterior edge feature on a portion of the exterior edge of the modified polymeric composite flake because a shape having an edge feature protruding from its surface would be considered a concave polygon (see IMEC, para [0094]. The term "concave polygon" as used herein refers to a polygon which is not convex. A simple polygon is concave if, at least one of its internal angles is greater than 180°. An example of a concave polygon is a star polygon where line segments between two points on the boundary extend outside of the polygon) and further, Gideon states that the shape can be any polygon (Gideon, para [0028]. The flakes 24 may be substantially flat and may have any of various outline shapes. For example, as shown in FIG. 3, the flakes 24 may have the shape of a square 24 a, a rectangle 24 b, a circle 24 c, an equilateral triangle 24 d, a trapezoid 24 e, a hexagon 24 f or other polygon (not shown)). Therefore it would have been obvious to one of ordinary skill in the art to optimize the shape of the flake by routine experimentation because Gideon states that the shape of the flakes can be optimized to increase the flow, strength, or finish quality of the formed article (Gideon, para [0029]. Flakes 24 having shapes such the circle 24 c, triangle 24 d, hexagon 24 f, ellipse 24 g and diamond 24 h, may be particularly useful in improving the isotropic mechanical properties of the part 20...the size and shape of the flakes 24 may be selected to optimize the flow, strength and finish quality of the part 20).

Continuation on Supplemental Box

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 23/63406

Bx. III (Lack of Unity)

The inventions of Groups I and III share the technical feature of a modified polymeric composite flake for preparing articles, comprising: an exterior surface having an exterior edge thereon; a polymeric matrix material; long reinforcing fibers within the polymeric matrix material; and at least one exterior edge feature on a portion of the exterior edge of the modified polymeric composite flake.

However, these shared technical features do not represent a contribution over prior art, because the shared technical feature is being obvious over Gideon as evidenced by IMEC.

Gideon teaches a polymeric composite flake (para [0007], a method is provided of molding a fiber reinforced composite part. The method includes cutting a plurality of flakes from a unidirectional fiber preform pre-impregnated with a thermoplastic resin; and para [0025]. The thermoplastic resin which either forms part of the flakes 24 or which is added to dry flakes 24, may comprise a relatively high viscosity thermoplastic resin such as...PEEK (polyetheretherketone); Polyetheretherketone is a polymeric matrix material; see instant claim 25, the polymeric matrix material is a polyarylene polymer that is one or more of polyether ketones, polyetherether ketones; (para [0030], the part 20 described above may be manufactured using one embodiment of a method that begins at step 28 with providing a tape or sheet of unidirectional fiber prepreg, or in other embodiments, a tackified dry fiber preform. At step 30, the flakes 24 may be cut from the tape or sheet to the desired outline shape. At step 32, a mold charge 60 (FIG. 1) is formed by measuring, typically by weighing, a quantity of the flakes 24 that is to form the charge 60 for a particular part 20; and para [0039], exemplary method 76 may include specification and design 60 of the aircraft 76 and material procurement 82 in which the disclosed parts 20 may be specified for use in components and assemblies on the aircraft 76; A part which can be used on an aircraft is an article; see instant claim 41, the article is a component, apparatus or part...for use in aircraft...applications), comprising: an exterior surface having an exterior edge thereon (para [0023], as used herein, "flakes" and "fiber flakes" refer to individual pieces, fragments, slices, layers or masses that contain fibers suitable for reinforcing the part 20; and para [0028]. The flakes 24 may be substantially flat and may have any of various outline shapes; and para [0029]. For example, as shown in FIG. 3A, the fibers 31 near the top and bottom of the flake 24 g have a length L1 that is considerably shorter than the length L2 of the fibers 33 near the middle of the flake 24 g; and Fig. 3, which shows a top view of the flakes; It is reasonably understood that the flakes have an exterior surface having an exterior edge thereon); a polymeric matrix material (para [0025]. The thermoplastic resin which either forms part of the flakes 24 or which is added to dry flakes 24, may comprise a relatively high viscosity thermoplastic resin such as...PEEK (polyetheretherketone); Polyetheretherketone is a polymeric matrix material; see instant claim 25, the polymeric matrix material is a polyarylene polymer that is one or more of polyether ketones, polyetherether ketones); long reinforcing fibers within the polymeric matrix material (para [0025]. The flakes 24 have one or more specific shapes which aid in maintaining a substantially uniform distribution and random orientation of the reinforcing fibers 33 within the melted mixture of resin and reinforcing fibers...The reinforcing fibers in the flakes 24 may be any of a variety of high strength fibers; and para [0028]. The presence of fibers 33 having differing lengths in the mixture aids in achieving a more uniform distribution of the flakes 24 in the part 20, while promoting isotropic mechanical properties and/or strengthening the part 20...a combination or mix of long and short fiber lengths within a single flake 24 may be particularly desirable), but does not teach a modified polymeric composite flake comprising: at least one exterior edge feature on a portion of the exterior edge of the modified polymeric composite flake.

It would have been obvious to one of ordinary skill in the art to provide the flake with at least one exterior edge feature on a portion of the exterior edge of the modified polymeric composite flake because a shape having an edge feature protruding from its surface would be considered a concave polygon (see IMEC, para [0084]. The term "concave polygon" as used herein refers to a polygon which is not convex. A simple polygon is concave if, at least one of its internal angles is greater than 180°. An example of a concave polygon is a star polygon where line segments between two points on the boundary extend outside of the polygon) and further, Gideon states that the shape can be any polygon (Gideon, para [0028]. The flakes 24 may be substantially flat and may have any of various outline shapes. For example, as shown in FIG. 3, the flakes 24 may have the shape of a square 24 a, a rectangle 24 b, a circle 24 c, an equilateral triangle 24 d, a trapezoid 24 e, a hexagon 24 f or other polygon (not shown)). Therefore it would have been obvious to one of ordinary skill in the art to optimize the shape of the flake by routine experimentation because Gideon states that the shape of the flakes can be optimized to increase the flow, strength, or finish quality of the formed article (Gideon, para [0029]. Flakes 24 having shapes such the circle 24 c, triangle 24 d, hexagon 24 f, ellipse 24 g and diamond 24 h, may be particularly useful in improving the isotropic mechanical properties of the part 20...the size and shape of the flakes 24 may be selected to optimize the flow, strength and finish quality of the part 20).

Continuation on Supplemental Box

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/US 23/63406

Bx. III (Lack of Unity)

The inventions of Groups II and III share the technical features of a modified polymeric composite flake for preparing articles, comprising: an exterior surface having an exterior edge thereon; a polymeric matrix material; long reinforcing fibers within the polymeric matrix material; and at least one exterior edge feature on a portion of the exterior edge of the modified polymeric composite flake.

However, these shared technical features do not represent a contribution over prior art, because the shared technical feature is being obvious over Gideon as evidenced by IMEC.

Gideon teaches a polymeric composite flake (para [0007], a method is provided of molding a fiber reinforced composite part. The method includes cutting a plurality of flakes from a unidirectional fiber preform pre-impregnated with a thermoplastic resin; and para [0025], The thermoplastic resin which either forms part of the flakes 24 or which is added to dry flakes 24, may comprise a relatively high viscosity thermoplastic resin such as...PEEK (polyetheretherketone); Polyetheretherketone is a polymeric matrix material; see instant claim 25, the polymeric matrix material is a polyarylene polymer that is one or more of polyether ketones, polyetherether ketones; The flake is formed from a mixture comprising a polymer and fibers, and said mixture is a polymeric composite) for preparing articles (para [0030], the part 20 described above may be manufactured using one embodiment of a method that begins at step 28 with providing a tape or sheet of unidirectional fiber prepreg, or in other embodiments, a tackified dry fiber preform. At step 30, the flakes 24 may be cut from the tape or sheet to the desired outline shape. At step 32, a mold charge 60 (FIG. 1) is formed by measuring, typically by weighing, a quantity of the flakes 24 that is to form the charge 60 for a particular part 20; and para [0039], exemplary method 76 may include specification and design 80 of the aircraft 78 and material procurement 82 in which the disclosed parts 20 may be specified for use in components and assemblies on the aircraft 78; A part which can be used on an aircraft is an article; see instant claim 41, the article is a component, apparatus or part...for use in aircraft...applications), comprising: an exterior surface having an exterior edge thereon (para [0023], as used herein, "flakes" and "fiber flakes" refer to individual pieces, fragments, slices, layers or masses that contain fibers suitable for reinforcing the part 20; and para [0028], The flakes 24 may be substantially flat and may have any of various outline shapes; and para [0029], For example, as shown in FIG. 3A, the fibers 31 near the top and bottom of the flake 24 g have a length L1 that is considerably shorter than the length L2 of the fibers 33 near the middle of the flake 24 g; and Fig. 3, which shows a top view of the flakes; It is reasonably understood that the flakes have an exterior surface having an exterior edge thereon); a polymeric matrix material (para [0025], The thermoplastic resin which either forms part of the flakes 24 or which is added to dry flakes 24, may comprise a relatively high viscosity thermoplastic resin such as...PEEK (polyetheretherketone); Polyetheretherketone is a polymeric matrix material; see instant claim 25, the polymeric matrix material is a polyarylene polymer that is one or more of polyether ketones, polyetherether ketones); long reinforcing fibers within the polymeric matrix material (para [0025], The flakes 24 have one or more specific shapes which aid in maintaining a substantially uniform distribution and random orientation of the reinforcing fibers 33 within the melted mixture of resin and reinforcing fibers...The reinforcing fibers in the flakes 24 may be any of a variety of high strength fibers; and para [0028], The presence of fibers 33 having differing lengths in the mixture aids in achieving a more uniform distribution of the flakes 24 in the part 20, while promoting isotropic mechanical properties and/or strengthening the part 20...a combination or mix of long and short fiber lengths within a single flake 24 may be particularly desirable), but does not teach a modified polymeric composite flake comprising: at least one exterior edge feature on a portion of the exterior edge of the modified polymeric composite flake.

It would have been obvious to one of ordinary skill in the art to provide the flake with at least one exterior edge feature on a portion of the exterior edge of the modified polymeric composite flake because a shape having an edge feature protruding from its surface would be considered a concave polygon (see IMEC, para [0094], The term "concave polygon" as used herein refers to a polygon which is not convex. A simple polygon is concave if, at least one of its internal angles is greater than 180°. An example of a concave polygon is a star polygon where line segments between two points on the boundary extend outside of the polygon) and further, Gideon states that the shape can be any polygon (Gideon, para [0028], The flakes 24 may be substantially flat and may have any of various outline shapes. For example, as shown in FIG. 3, the flakes 24 may have the shape of a square 24 a, a rectangle 24 b, a circle 24 c, an equilateral triangle 24 d, a trapezoid 24 e, a hexagon 24 f or other polygon (not shown)). Therefore it would have been obvious to one of ordinary skill in the art to optimize the shape of the flake by routine experimentation because Gideon states that the shape of the flakes can be optimized to increase the flow, strength, or finish quality of the formed article (Gideon, para [0029], Flakes 24 having shapes such the circle 24 c, triangle 24 d, hexagon 24 f, ellipse 24 g and diamond 24 h, may be particularly useful in improving the isotropic mechanical properties of the part 20...the size and shape of the flakes 24 may be selected to optimize the flow, strength and finish quality of the part 20).

As the common features were known in the art at the time of the invention, they cannot be considered special technical features that would otherwise unify the groups.

Therefore, Groups I-III lack unity under PCT Rule 13 because they do not share a same or corresponding special technical feature.

フロントページの続き

,MC,ME,MK,MT,NL,NO,PL,PT,RO,RS,SE,SI,SK,SM,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,C
O,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,I
R,IS,IT,JM,JO,JP,KE,KG,KH,KN,KP,KR,KW,KZ,LA,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,VN,WS,ZA,ZM,ZW

(72)発明者 フレデリック ペロット

スイス国 1 6 7 4 モンテ／グラヌ, アンパッス デ ジョルディルズ, 1 5

F ターム (参考) 4F072 AB09 AB10 AB22 AD04 AD13 AD42 AD44 AD45 AG03 AH04
AH21