(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第5153632号
(P5153632)

(45)発行日　平成25年2月27日(2013.2.27)　(24)登録日　平成24年12月14日(2012.12.14)

(51)Int.Cl.		F I		
B32B 5/02	(2006.01)	B32B	5/02	A
B32B 27/32	(2006.01)	B32B	27/32	Z
B32B 27/12	(2006.01)	B32B	27/12	

請求項の数 17　(全 25 頁)

(21)出願番号	特願2008-526980 (P2008-526980)
(86)(22)出願日	平成18年8月3日(2006.8.3)
(65)公表番号	特表2009-504455 (P2009-504455A)
(43)公表日	平成21年2月5日(2009.2.5)
(86)国際出願番号	PCT/US2006/030557
(87)国際公開番号	WO2007/021611
(87)国際公開日	平成19年2月22日(2007.2.22)
審査請求日	平成21年4月8日(2009.4.8)
(31)優先権主張番号	11/205,575
(32)優先日	平成17年8月17日(2005.8.17)
(33)優先権主張国	米国(US)
(31)優先権主張番号	11/205,661
(32)優先日	平成17年8月17日(2005.8.17)
(33)優先権主張国	米国(US)

(73)特許権者　508048492
イネグリティ・リミテッド・ライアビリティ・カンパニー
Ｉｎｎｅｇｒｉｔｙ，　ＬＬＣ
アメリカ合衆国２９６０７サウスカロライナ州グリーンビル、ナンバー１６２、スウィート２１００、ウッドラフ・ロード２１３１番
(74)代理人　100064012
弁理士　浜田　治雄
(74)代理人　100173587
弁理士　西口　克
(74)代理人　100173602
弁理士　赤津　悌二

最終頁に続く

(54)【発明の名称】高弾性ポリオレフィンファイバーを含む複合材料と、それを製造する方法

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

（ｉ）８ＧＰａより大きい弾性率と１００ミクロン未満の最大断面寸法と、少なくとも、広角Ｘ線散乱（ＷＡＸＳ）測定技術に従って測定された８０％より大きい結晶化度と；小角Ｘ線散乱（ＳＡＸＳ）測定技術に従って測定された１より大きい子午線強度に対する赤道強度の比とのうちいずれか一方の特徴とを有する複数の溶融押出し半結晶性ポリプロピレンファイバー（ａ）と、

ポリマー性接着剤と結合可能な表面の官能基又は表面構造と、

を有する第１布地層と、

（ｉｉ）第２布地層と、

（ｉｉｉ）前記第１布地層（ｉ）と前記第２布地層（ｉｉ）とを固定するポリマー性接着剤と、

を含む多層複合構造体。

【請求項２】

前記第１布地層（ｉ）が、織り合わされたパターンの中に、第２のファイバー（ｂ）と共にポリプロピレンファイバー（ａ）を含む織布であることを特徴とする請求項１に記載の多層複合構造体。

【請求項３】

前記第２布地層（ｉｉ）が、ポリマーマトリクス中又は金属中に第３のファイバー（ｃ）を含むことを特徴とする請求項１に記載の多層複合構造体。

【請求項４】
前記接着剤（ｉｉｉ）が、前記ポリプロピレンファイバー（ａ）より低融点の熱可塑性材料と熱硬化性樹脂とから選択されることを特徴とする請求項１に記載の多層複合構造体。
【請求項５】
前記ファイバー（ａ）が、溶融押出しポリプロピレンフィルムに付着している半分分離されたマクロファイバー又はミクロファイバーを含むことを特徴とする請求項１に記載の多層複合構造体。
【請求項６】
１．５ｇ／ｃｍ^{3}未満の密度と８０ＭＰａより大きい曲げ強度を有することを特徴とする請求項１に記載の多層複合構造体。
【請求項７】
１．２ｇ／ｃｍ^{3}未満の密度と３ＧＰａより大きい曲げ弾性率を有することを特徴とする請求項１に記載の多層複合構造体。
【請求項８】
３．５未満の誘電率を有することを特徴とする請求項１に記載の多層複合構造体。
【請求項９】
（ｉ）１０ＧＰａより大きい弾性率と１００ミクロン未満の最大断面寸法と、少なくとも、広角Ｘ線散乱（ＷＡＸＳ）測定技術に従って測定された８０％より大きい結晶化度と；小角Ｘ線散乱（ＳＡＸＳ）測定技術に従って測定された１より大きい子午線強度に対する赤道強度の比とのうちいずれか一方の特徴とを有する複数の溶融押出し半結晶性ポリプロピレンファイバー（ａ１）を有する第１布地層と、
（ｉｉ）第２布地層と、
（ｉｉｉ）前記第１布地層（ｉ）と前記第２布地層（ｉｉ）とを固定するポリマー性接着剤と、
を含む多層複合構造体。
【請求項１０】
前記第２布地層（ｉｉ）が、前記第１布地層（ｉ）の全体にわたって不連続であることを特徴とする請求項９に記載の多層複合構造体。
【請求項１１】
前記第２布地層（ｉｉ）が、ポリマーマトリクス中に第３のファイバーを含む不織布であることを特徴とする請求項９に記載の多層複合構造体。
【請求項１２】
１．５ｇ／ｃｍ^{3}未満の平均密度、１００ＭＰａより大きい曲げ強度、及び１０ＧＰａより大きい曲げ弾性率を有することを特徴とする請求項９に記載の多層複合構造体。
【請求項１３】
３．０未満の誘電率を有することを特徴とする請求項９に記載の多層複合構造体。
【請求項１４】
回路基板、レドーム、保護用収容体、及び車両部品から選択された物品を製造するための請求項１乃至１３のいずれか１項に記載の多層複合構造体の使用。
【請求項１５】
１．５ｇ／ｃｍ^{3}未満の平均密度を有するラミネート構造体であって、
（ａ）２０ＧＰａより大きい弾性率と１００ミクロン未満の最大断面寸法と、少なくとも、広角Ｘ線散乱（ＷＡＸＳ）測定技術に従って測定された８０％より大きい結晶化度と；小角Ｘ線散乱（ＳＡＸＳ）測定技術に従って測定された１より大きい子午線強度に対する赤道強度の比とのうちいずれか一方の特徴とを有するファイバーを含む第１及び第２の外側層と、
（ｂ）複数の内側層であって、そのうち少なくとも１つ以上の前記内側層が、少なくとも８ＧＰａの弾性率、４００ＭＰａより大きい引っ張り強さ、及び１．３ｇ／ｃｍ^{3}未満の密度を有する複数の溶融押出しファイバーを含む織布である前記複数の内側層と、

（ｃ）前記ラミネート構造体の少なくとも２つの層を互いに接着する接着剤と、
を含むことを特徴とするラミネート構造体。
【請求項１６】
前記外側層が、ファイバーガラスの布地であることを特徴とする請求項１５に記載のラミネート構造体。
【請求項１７】
回路基板、レドーム又は車両部品であることを特徴とする請求項１５に記載のラミネート構造体。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
＜発明の背景＞
複合材料は、各構成要素の望ましくない特徴を最小にしながら、望ましい特徴を維持した製品を得るために、多くの分野において発展してきた。例えばグラスファイバーは、優れた引っ張り強さの特徴を示すが、誘電率が約６である。そのため、高い使用率での電気的な用途にはたいてい適さない。しかしながら、グラスファイバーは、例えば、望ましい電気的特性を示すある種のフルオロカーボン樹脂などの樹脂と組み合わせて、物理的特性のみならず良好な電気的特性を有する複合材料を形成することができる。
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００２】
他のファイバー性の複合材料、例えば高強度を付与する複合材料は、多くの場合、高度に処理された（highly engineered）ファイバー、例えばグラスファイバー、スチールファイバー、カーボンファイバー、ケブラー（登録商標）ファイバー（ポリ－パラフェニルテレフタルアミド）等を含み、それらは安定したマトリクス内に保持されている。これらの材料は優れた強度特性を示すが、非常に重くもある。そのことは、例えば、防弾チョッキ（body armor）、自動車パーツ、ボート用材料等のように、製品の重量がファクターになる場合には問題になりうる。
【０００３】
さらに、複合材料を、高い工業規格に適合するように設計しなくてはならないとき、コストが問題になり始める。例えば、たわみ性、係数（modulus）、密度、電気的特性等に関する工業規格に適合するために、異なる材料の様々な組み合わせを見いだし、それは工業規格に適合する複合材料を形成可能だったであろうが、構成物や材料のコストがしばしばひどく高額になる。その結果、消費者にとって手頃な価格の製品を提供するために、多くの場合、特性をあきらめなくてはならない。
【０００４】
ポリオレフィン材料は、複合体に多くの望ましい特性をもたらすことができる。例えば、ポリオレフィン材料は、劣化や腐食に対して耐性があり、原料がかなり安価なだけでなく容易に入手もでき、低い密度と低い誘電損失特性を有している。残念なことに、ポリオレフィンヤーンとポリオレフィンファイバーの強度特性が低く、複合体の中で第２の比較的強い材料と組み合わせたとしても、望ましい用途における強度の要求に適合させられなかった。さらに、これらのポリマーは一般的にもともと無極性なので、多くの場合、ファイバー性の複合体として一般的な既知の熱硬化性樹脂と共に使用することができず、熱硬化性マトリクスとポリオレフィンファイバーとの間の強い結合は形成できない。
【０００５】
ポリオレフィンファイバーと、ファイバー性ポリマー材料を組み込んだ複合材料とは改良されてきたが、さらなる改良の余地と、技術の範囲内でのバリエーションとが残されている。
【課題を解決するための手段】
【０００６】

＜発明の概要＞

本発明は、多層（multi-layer）の複合構造体、その構造体を製造する方法、及びその構造体を使用する方法を対象にしている。ある実施形態では、開示された構造体は、約８ＧＰａより大きく他の実施形態ではさらに高い係数（modulus）と、約１００μｍ未満の最大断面寸法とを有する半結晶性（semi-crystalline）ポリオレフィンファイバーを含んだ第１層を含むことができる。また、ある実施形態では、ポリオレフィンファイバーは、例えば約４００ＭＰａを越えるような高い引っ張り強さを示し、例えば約１．３ｇ／ｃｍ^{3}未満の低い密度を有している。また、複合構造体は、第１層と同じ又は異なる第２層と、それらの層を互いに固定するためのポリマー性接着剤とを含むこともできる。ある実施形態では、ポリオレフィンはポリプロピレンである。ある特定の実施形態では、ポリオレフィンファイバーは溶融押出プロセス、例えば少なくとも約６の延伸比での引き延ばしを含む溶融押出プロセスで、形成することができる。

【０００７】

ある実施形態では、ポリオレフィンファイバーを含む第１層は、織布又は不織布である。任意で、布地は、例えばガラス、カーボン、ポリアラミド等の第２のファイバーと組み合わせたポリオレフィンファイバーを含んだ複合ヤーンを含むことができる。ある実施形態では、布地は、例えばグラスファイバー等の他材料のファイバーのみならず、高弾性のポリオレフィンヤーンを含むことができる。

【０００８】

複合構造体の第２層は、要望どおりに、第１層と同一に又は異ならせることができる。また、第２層は、第１層と同じ又は異なる配置で高弾性ポリオレフィンファイバーを含むことができ、又は完全に異なる材料から形成することもできる。例えば、第２層は、グラスファイバーの織布又は不織布にすることができ、織布又は不織布は、ポリマーマトリクス又は金属構成物に保持された他のタイプのファイバーを含むことができる。

【０００９】

複合体の接着剤は、熱可塑性物質又は熱硬化性物質にすることができる。例えば、接着剤は、層の間に配置された、又はファイバーや成形された層の上に被覆された熱可塑性フィルム又は熱可塑性樹脂にすることができる。そして、複合体は、加熱及び／又は加圧下に構成物を配置することを含む圧縮成形プロセスにおいて、成形されて硬化されてもよい。

【００１０】

任意で、接着剤は熱硬化性樹脂にすることができる。例えば、熱硬化性樹脂は、エポキシ熱硬化性樹脂にすることができる。熱硬化性樹脂は、いずれかのプロセスにおいて複合体の中に含めることができる。例えば、熱硬化性樹脂は、高弾性ポリオレフィンファイバーに、ポリオレフィン含有層に、及び／又は複合体の第２の別の層を形成する材料に塗布することができる。例えば、層同士を接着する熱硬化性樹脂は、例えばグラスファイバー層などの別のファイバーの層において、ポリマーマトリクスを形成することもできる。

【００１１】

特定の実施形態では、複合体の結合強度を向上するために、層同士を接着する前にファイバー及び／又は完成した層を前処理することは有益である。例えば、層と接着剤との間でのより強固な結合構造を促進するために、層の材料を酸化させることは有益である。ある実施形態では、複合体の中に見いだされる例えばポリオレフィンファイバー又はポリオレフィン布地などの有機材料は、接着剤として使用できる樹脂とより良く結合するために酸化されてもよい。例えば、材料は、プラズマ処理法によって酸化されてもよい。

【発明の効果】

【００１２】

本発明の複合構造は、優れた特徴を示す。例えば、複合構造体は、例えば約１．５ｇ／ｃｍ^{3}未満のような低い平均密度を有することができる。さらに、複合体は、例えば約８０ＭＰａより大きい曲げ強度及び／又は約３ＧＰａより大きい曲げ弾性率のような高い強度特性と組み合わせて、低い密度を有することができる。さらに、複合構造体は低い誘電

率を有することができ、例えばいくつかの実施形態では約３．５未満で、他の実施形態では例えば約２．７未満とさらに低い。よって、複合材料は本質的に電磁波を通す。

【００１３】

複合材料は、例えば、回路基板、レドーム（radomes）、ボートや自動車の部品の形成を含む多くの用途で有利に利用される。例えば、開示された材料は、天候の追跡や飛行機のモニタリング等で用いる電磁トランスミッタ及び／又は電磁レシーバを収容して保護するのに有用なレドーム及び類似の構造物の形成に利用できる。別の実施形態では回路基板の形成に、さらに特定の実施形態では例えば約１００ＫＨｚより大きい周波数で動作する高周波回路基板の形成に、低損失の複合材料を使用することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【００１４】

当業者に対する本発明の完全で権限を許可する開示で、そのベストモードを含むものは、特に、明細書の残りの部分に説明されており、添付の図面の参照を含んでいる。

【００１５】

本明細書及び図面において参照文字を繰り返して使用することは、本発明の同じ又は同様の外観（features）又は要素を示すことを目的としている。

【００１６】

様々な実施形態を詳細に述べ、それらの１つ以上の実施例を以下に説明する。各実施形態は、発明を例示するために提供され、発明を限定するものではない。実際に、発明の目的や精神から逸脱することなく、本発明において様々な変更やバリエーションができることは、当業者には明らかである。例えば、ある実施形態の一部として説明又は記載された外観は、さらに別の実施形態を生じるために、他の実施形態に用いることができる。よって、本発明は、添付の特許請求の範囲及びそれらと同等なものの目的の範囲内から生じたそのような変更やバリエーションをカバーすることを目的としている。

【００１７】

一般に、本発明は、高弾性半結晶性ポリオレフィンファイバー少なくとも１層を組み込んだ本発明は複合材料だけでなく、開示された複合材料を形成するための方法及び開示された材料の使用方法についても対象としている。ある実施形態では、複合材料は、従来から既知の複合材料に比べて改善された特徴を示す。例えば、開示された材料は、同様の強度特性を有する従来から既知の複合体に比べて低い密度を示すにもかかわらず、高い曲げ強度と高い曲げ弾性率を示す。さらに、開示された複合材料は、より安価に製造できるにもかかわらず、従来から既知の複合体の工業的特徴（engineering specifications）と一致するか又は越えている。

【００１８】

開示された複合体の個々の層の１つ以上を形成するのに使用された半結晶性ポリオレフィンは、低い誘電損失のみならず、低い誘電率を有することができる。例えば、同じ実施形態において、複合体の誘電率は約４．０以下、又は約３．５以下、さらには約３．０にすることができ、そしてある実施形態では、開示された複合材料は本質的に電磁波を通すことができ、例えば、高周波の電気的用途に適した手頃な価格の回路基板用基材を製造や、レドームやその他の電気回路の保護用の囲いやカバーなどの電気的用途に有益に利用できる。

【００１９】

ある特定の実施形態では、半結晶性ポリオレフィンは、半結晶性ポリプロピレンにすることができる。以下の討論は、一般にポリプロピレンに向けられているが、しかしながらこれは本発明の要件ではなく、他のポリオレフィンは任意で利用できると理解されるべきである。例えば、ある実施形態では、開示された発明は、１つ以上の高弾性ポリエチレンファイバー又は高弾性ポリブチレンファイバーを含む複合材料を対象としている。

【００２０】

本開示の目的において、「半結晶性ポリプロピレン」及び「ポリプロピレン」の用語は同義語であることを意図しており、プロピレンモノマーを、単独（すなわち、ホモポリマ

ー）で、又は他のポリオレフィン、ジエン、又は他のモノマー（例えばエチレン、ブチレン等）とのコポリマーとして含むいずれの半結晶性ポリマー組成物も含んでいる。さらに、いくつかの実施形態では、高弾性ファイバーは、唯一のファイバーのポリマー複合体として、１つ以上のポリプロピレンのホモポリマー及び／又はコポリマーと共に形成されているが、他の実施形態では、本発明のポリプロピレンの構成物は、他のポリマーを含むことができ、よって複合材料は、例えばポリプロピレン／ポリエチレン混合物のようなポリプロピレン混合物から形成された高弾性ポリオレフィンファイバーを包含できる。また、この用語は、構成モノマーの異なる構造及び配置（例えばシンジオタクチック、アイソタクチック等）のいずれをも包含することを意図している。よって、ファイバーに適用されたこの用語は、ポリマー化したプロピレンモノマーを含む半結晶性ポリマーの実際のストランド（strands）、テープ、スレッド（threads）等を包含することを意図している。

【００２１】

さらに、本発明の半結晶性ポリプロピレンは、いずれかの標準的なメルトフロー（melt flow）を呈することができる。例えば、ある実施形態では、約０．２～約５０の間のメルトフローインデックス（ＭＦＩ）の範囲を有する標準的な押出しグレードのポリプロピレン樹脂が利用できる。ある実施形態では、約０．５～約２５の間のＭＦＩを有するポリプロピレンが利用できる。ある実施形態では、マルチフィラメントヤーン（multi-filament yarn）を形成するのに利用されるポリプロピレンは、約１～約１５の間のＭＦＩを有している。

【００２２】

本開示の目的において、「ファイバー」の用語は、断面の最大寸法（例えば、円形のファイバーの直径）より大きい長さを示す構造体を含有することを意図している。よって、本明細書で使用される「ファイバー」の用語は、押出し成形、ブロー成形（blow-molded）、又は射出成形が可能な、例えばプラーク（plaques）、容器、シート、フィルム等の他の構造体とは異なる。しかしながら、この用語は、モノフィラメントファイバー（mono filament fibers）、マルチフィラメントファイバー（multi-filament fibers）、ヤーン、テープファイバー（tape fibers）等の構造体を包含する。

【００２３】

「マルチフィラメントヤーン」の用語は、互いに近接して運ばれて布地に組み込まれるシングルヤーン構造を形成する前に、例えば紡糸金口（spinneret）を通して押出しすることによって個々に形成された、少なくとも３つのフィラメントを含む構造体を包含することを意図している。

【００２４】

本発明に使用されるのに適した高弾性ファイバーは、一般的にＡＳＴＭ Ｄ２２５６－０２に従って測定されて、約８ＧＰａ（１００グラム／デニール）より大きい係数を有している。ＡＳＴＭ Ｄ２２５６－０２は、参照して本明細書に組み込む。ある実施形態では、ファイバーは、約１０ＧＰａより大きく、例えば約１２ＧＰａより大きく、又は約１６ＧＰａより大きい係数を有することができる。さらに、本発明のファイバーは、いくつかの実施形態においてＡＳＴＭ Ｄ２２５６－０２に従って測定されて、例えば、約４００ＭＰａ（５グラム／デニール）を越える高い引っ張り強さを有することができる。ある実施形態では、ファイバーは約５００ＭＰａより大きく、約５６０ＭＰａ（７グラム／デニール）より大きい引っ張り強さを有する。また、ファイバーは、例えばある実施形態では、約１．３ｇ／ｃｍ^{3}未満の低い密度を有することができる。他の実施形態では、ファイバーは、例えば約１．０ｇ／ｃｍ^{3}未満のより低い密度を有することができる。

【００２５】

ある実施形態では、Ｍｏｒｉｎの共有に係る米国特許出願でシリアルナンバー１０／９８３１５３に開示された方法に従って形成された溶融物から形成されたマルチフィラメントヤーンは、開示された複合材料の形成に利用することができる。米国特許出願１０／９８３１５３は、参照して本明細書に組み込む。

【００２６】

本発明で用いるのに適した高弾性ポリオレフィンファイバーを形成するための、あるプロセスの実施形態は、図１に概略的に説明されている。

【００２７】

本実施形態によれば、ポリマー組成物は押出し装置１２により提供できる。ポリマー組成物は、当該技術分野で一般的に知られている望ましいいずれの添加物のみならず、１つ以上のポリマー構成要素を含むことができる。例えば、混合物は、例えば、染料や顔料などの好ましい着色剤を含むことができる。混合物と組み合わせることのできる他の添加物は、例えば、１つ以上の静電気防止剤（anti-static agents）、抗酸化剤、抗菌剤、接着剤、安定剤（stabilizers）、可塑剤、増白化合物（brightening compounds）、清澄剤（clarifying agents）、紫外線安定剤（ultraviolet light stabilizing agents）、核形成剤（nucleating agents）、界面活性剤（surface active agents）、臭気強化剤又は臭気防止剤（odor enhancing or preventative agents）、光散乱剤、ハロゲン補足剤（halogen scavenger）等を含むことができる。さらに、添加物は、溶融物中に含まれてもよく、又は、引き延ばされていない（undrawn）構成物又は任意で引き延ばされた材料に表面処理剤として塗布されてもよい。

【００２８】

ある実施形態では、押出し製品の表面上の反応基を残す（leave）添加物を含んでいてもよい。反応基は、ポリプロピレンの、複合構造体を形成するのに利用される他の材料への接着性を改善するために添加されてもよい。例えば、無水マレイン酸が溶融物に含まれて、特に、不飽和のポリマー樹脂と反応するのに適したファイバーの表面の基を除去することができる。よって、これらの基は、例えば接着剤などの第２の材料と結合し、そして複合体から形成された異なる材料間の接着性を向上するのに利用できる。

【００２９】

ある実施形態では、押出し装置１２は、当該技術分野で一般的に知られている溶融紡糸装置（melt spinning apparatus）のいずれであってもよい。例えば、押出し装置１２は、その中でポリマー組成物を合わせ、混合し、そして加熱して溶融した組成物を形成する混合マニホールド（mixing manifold）１１を含むことができる。そして、混合物は加圧下で紡糸金口１４に運搬され、そこで、高温下で複数の紡糸金口のオリフィスを通って押し出されて、複数のフィラメント９を形成する。ある実施形態によれば、ポリマーは比較的高いスループットと低いスピンライン（spinline）の張力で、紡糸金口を通って押し出すことができる。例えば、ポリマーは、メルトフラクチャー（melt fracture）を生じさせるのを避けられないスループットの約５０％未満のスループットで、紡糸金口を通って押し出すことができる。いずれの特別なシステム及び材料のためだけでなくそれによって得られる方法のための、特定のメルトフラクチャーのスループット値は、一般的に当業者に知られており、よって、この現象の詳細な討論は本明細書には含まれていない。

【００３０】

ポリマーの押出しに続いて、引き延ばされていない（un-drawn）フィラメント９は、液浴（liquid bath）１６で急冷され（quenched）、巻取りロール１８で集められてマルチフィラメントファイバー構造体又はファイバーバンドル（fiber bundle）２８を形成することができる。別の実施形態では、液浴１６は加熱されてもよい。例えば、液浴は、ポリマーの最大結晶化温度（T_c）近くの温度まで加熱してもよい。さらに、液浴の表面は、紡糸金口１４に近接して配置してもよい。例えば、フィラメント９のダイスウェル（die swell）の距離内で、押し出されたフィラメント９が液浴１６に入るように、液浴１６の表面は紡糸金口１４から距離をおくことができる。任意で、個々のフィラメント９は、液浴１６に入る前に、加熱した又は加熱していない覆い（shroud）を通過することができる。巻取りロール１８及びロール２０は液浴１６中にあり、個々のフィラメント９及びファイバーバンドル２８を、液浴１６を通って運搬することができる。

【００３１】

ファイバーバンドル２８が液浴１６から出る位置で又はその近くで、余剰な液体がファイバーバンドル２８から除去することができる。このステップは、一般的に、当技術分野

で既知のいずれかのプロセスに従って達成できる。例えば、図１に図示された実施形態では、ファイバーバンドル２８は、一連の挟みロール（nip rolls）２３、２４、２５、及び２６を通過して、ファイバーバンドル２８から余剰な液体を除去する。しかしながら、代わりに他の方法を利用してもよい。例えば他の実施形態では、真空、スキージを利用した加圧プロセス、１つ以上のエアーナイフ（air knives）等を利用して、余剰の液体はファイバーバンドル２８から除去できる。

【００３２】

ある実施形態では、滑剤（lubricant）をファイバーバンドル２８に塗布してもよい。当該技術分野で一般的に知られているように、スピンフィニッシュ（spin finish）は、スピンフィニッシュ塗布用チェスト（spin finish applicator chest）２２で塗布することができる。いずれかの適した滑剤をファイバーバンドル２８に塗布してもよい。例えば、Ghoulston Technologies社から入手可能なＬｕｒｏｌ ＰＰ－９１２のような適当なオイルベースのフィニッシュをファイバーバンドル２８に塗布してもよい。フィニッシングコート又は滑剤コートの添加は、その後の処理中におけるファイバーバンドルの取扱い性を向上することができ、また完成したヤーンに積み重ねられた摩擦と静電気を減少することもできる。さらに、ヤーン上のフィニッシュコートは、引き延ばしプロセス中にヤーンの個々のフィラメント間のすべりを向上させて、到達可能な延伸比を増加し、それにより、引き延ばしたマルチフィラメントヤーンの係数と引っ張り強さとを上昇させることができる。

【００３３】

ファイバーバンドル２８の急冷及び任意のプロセスの後、ファイバーバンドルは、熱を与えながら引き延ばしてもよい。例えば、ある実施形態では、ファイバーバンドル２８はオーブン４３内で約８０℃～約１７０℃の間の温度に加熱されて、引き延ばすことができる。特に、ファイバーバンドル２８は、約６より大きい延伸比（第１引き延ばしロール３２に対する第２ロール又は最終ロール３４の速度の比で規定される）で引き延ばすことができる。ある実施形態では、一回目の（又は１回だけの）引き延ばしは、約６～約２５の間である。他の実施形態では、延伸比は約１０より大きく、例えば約１５より大きくてもよい。さらに、当技術分野で一般的に知られているように、ヤーンはロール３２、３４上でラップされてもよい。例えば、ある実施形態では、約５～約１５の間のヤーンのラップを引き延ばしロール上に配置することができる。

【００３４】

図示された実施形態は、ヤーンの引き延ばしの目的で一連の引き延ばしロールを使用しているが、急冷ステップの後にヤーンを延ばせるようにヤーンに力をかけることのできるいずれかの適したプロセスを任意で使用できる、と理解されるべきである。例えば、挟みロール、ゴデットロール（godet rolls）、スチーム缶（steam can）、エアー、スチーム又は他のガス状ジェットを含むいずれかの機械装置を任意で使用してヤーンを引き延ばすことができる。ヤーンの引き延ばしステップの後、マルチフィラメントヤーン３０は冷却され、巻取りロール４０に巻き付けられる。

【００３５】

ある実施形態では、図示されているように、完成したマルチフィラメントヤーン３０はスプール又は巻取りロール４０に巻き付けられ、そして本発明の複合材料を形成するための第２の場所に移動されてもよい。代わりの実施形態では、マルチフィラメントヤーンは直接第２処理ラインに供給されて、そこでさらに処理されてもよい。

【００３６】

本発明は、上記のプロセスによって形成された高弾性マルチフィラメントファイバーに限定されない。例えば、別の実施形態では、開示された複合構造体の１つ以上の層は、押出しフィルムから形成された高弾性ポリオレフィンファイバーを組み込んでもよい。例えば、Ｐｅｒｅｚらの米国特許第６１１０５８８号に記載されているような高弾性溶融処理フィルムは、開示された複合構造体のファイバーや繊維状ウェブ（fibrous webs）を形成するのに用いることができる。米国特許第６１１０５８８号は、参照して本明細書に組み

込む。

【００３７】

ある実施形態では、高度に配向した半結晶性の溶融処理フィルムが、誘発された結晶化度により最初に形成される。溶融処理プロセスフィルムで通常に達成可能な結晶化度よりも高い、誘発された結晶化度は、キャスト処理（casting）と、その後の処理、例えばカレンダー処理（calendaring）、アニーリング、ストレッチ処理、及び／又は再結晶化等の処理との組み合わせることにより得ることができる。フィルムの形成に続いて、フィルムをさらに処理して、本発明の複合構造体に使用するためのファイバーや布地を形成してもよい。

【００３８】

高弾性溶融押出しポリオレフィンフィルムを形成するためのある実施形態は、図２に概略的に図示されている。図に示すように、この実施形態によれば、ポリマー組成物は、押出し装置１１２に提供され、ダイ１１４を通してフィルム又はシート１０９の状態で押し出すことができる。フィルム１０９の厚さは、一般的に所望の最終用途に合わせて選択され、処理条件を調節することにより達成できる。例えば、ある実施形態では、キャストフィルム（cast film）１０９は１００ｍｉｌ（２．５ｍｍ）未満の厚さを有してもよい。ある実施形態では、フィルム１０９は３０～７０ｍｉｌ（０．８～１．８ｍｍ）の間の厚さを有してもよい。しかしながら、フィルムから形成されるファイバーに望まれる特徴に依存して、フィルム１０９は、任意でこの範囲から外れた厚さにすることができる。

【００３９】

押出しの後、フィルム１１４は加熱されたキャスティングドラム（casting drum）１０２の上で急冷され、キャスティングドラム１２の表面は、ガラス転移温度より高い温度だが、ポリマー組成物の溶融温度より低い温度を維持している。しかしながら、この特定の実施形態において、加熱されたキャスティングドラム１２で急冷することは要件ではなく、他の実施形態では、フィルムは、空気中や水のような液体の中で急冷してもよく、それらは上述のマルチフィラメントファイバーの形成プロセスのように加熱されてもよい。

【００４０】

他の実施形態では、フィルムは、結晶化温度より低い温度まで迅速に急冷し、そして、応力誘起の結晶化（stress-induced crystallization）により、例えば延伸比で少なくとも２：１まで引き延ばすことにより、結晶化度を上昇させてもよい。

【００４１】

キャスト処理（及び、もしあるならば、引き延ばし処理）の後、フィルム１０９は、１０４においてカレンダー処理をすることができる。カレンダー処理は、高度な分子配列を達成することを可能にし、その後の高い延伸比を可能にするある実施形態では、カレンダー処理は、α－結晶化温度で又はそれより高い温度で行われる。α－結晶化温度は、本明細書において結晶子のサブユニットが、大きなラメラ結晶ユニット内で動くことができる温度であると記載されている。

【００４２】

カレンダー処理の後、フィルム１０９は、フィルムの壊滅的な破壊が起こる条件より下の可塑流動の条件で引き延ばすことができる。ポリプロピレンを考えた場合、フィルムは、押出し長さの少なくとも約５倍の長さに引き延ばされてもよい。ある実施形態では、カレンダー処理と引き延ばし処理のステップの両方を考えた場合、合わせた延伸比は、少なくとも約１０：１である。ある実施形態では、ポリプロピレンの合わせた延伸比は、約１０：１～約４０：１の間である。

【００４３】

上述のマルチフィラメントファイバーを形成するプロセスと同様に、引き延ばしは、例えばオーブン１４３の中で、加熱した引き延ばしロールを用いて等、上昇した温度で行うことができる。さらに、引き延ばしステップは、図に示すように２つの引き延ばしロール１３２、１３４を使用することができ、又は、他の好適な引き延ばし方法のみならず、任意で複数の引き延ばしロールを使用することができる。

【００４４】
引き延ばしステップの後、高度に配向したフィルム１０９は、さらなる処理のためにロール１４０に集めてもよく、又は任意で、さらなる処理のためにすぐに第２ラインに運んでもよい。フィルムの最終的な厚さは、一般的に、キャスト処理の厚さ、カレンダー処理の厚さ、及び延伸比の組み合わせで決定できる。ある実施形態では、フィルムの最終的な厚さは、約１～約２０ｍｉｌ（約０．０２５～約０．５ｍｍ）の間にすることができる。別の実施形態では、フィルムの厚さは約３～約１０ｍｉｌ（約０．０７５～約０．２５ｍｍ）の間にすることができる。

【００４５】
高度に配向し、高度に結晶化したフィルムを形成した後、フィルムをさらに処理して、開示された複合構造体に使用される高弾性ファイバーを形成してもよい。例えば、ある実施形態では、フィルムを、当該技術分野で一般的に知られている方法によってスライスし又はカットして、複数の高弾性テープファイバーを形成してもよい。

【００４６】
他の実施形態では、フィルムはフィブリル化（fibrillated）及び／又はミクロフィブリル化（micro-fibrillated）して、フィルムからマクロファイバー（macro-fiber）やミクロファイバー（micro-fiber）を出す。例えば、ある実施形態では、フィルムは、従来の機械的手段を用いたフィブリル化ステップを受けて、高度に配向したフィルムから肉眼で見える（macroscopic）ファイバーを出す。機械的なフィブリル化の典型的な手段の１つでは、ドラムを通過するときにフィルムに接触可能な、例えばニードルや歯状物（teeth）のような切断要素（cutting elements）を有する回転するドラム又はローラーを使用する。歯状物が完全に又は部分的にフィルム表面に貫通して、そこにフィブリル化した表面を与える。他の同様のマクロフィブリル化処理が知られており、ねじり、ブラッシング（ポーキュパイン（porcupine）ローラーのように）、例えば革パッドによる摩擦、及び屈曲のような機械的作用を含んでいる。そのような従来のフィブリル化プロセスで得られるファイバーは、肉眼で見える寸法にすることができ、一般的に断面が数千ミクロンであり、そしてフィルムから半分分離されても又は完全に分離されてもよい。

【００４７】
任意で、配向したフィルムは、そこに十分な流体のエネルギーを与えることにより、ミクロフィブリル化して、フィルムからミクロファイバーを出してもよい。例えば、フィルムの一方又は両方の表面は、例えば多数の流体ジェットを介して、高圧流体に接触してもよい。いずれのタイプの液体又はガス状流体でも利用できる。液状流体は、水や、例えばエタノールやメタノールなどの有機溶媒を含んでいる。液体の混合物や気体の混合物のみならず、窒素、空気又は二酸化炭素などの好適なガスが利用できる。そのような流体のうち、ポリマーマトリクスに実質的に吸収されず、ミクロファイバーの結晶化度の配向性及び程度を減少できるものが好ましい。別の実施形態では、ミクロフィブリル化は、フィルムを高エネルギーのキャビテーション媒体（cavitating medium）に入れることによって行われてもよい。例えば、フィルムが入れられた流体に超音波エネルギーを適用することにより、行われる。

【００４８】
そのようなプロセスにより形成されたミクロフィブリルは、機械的手段で得られたファイバーに比べて、直径が、一般的にけた違いに（several orders of magnitude）小さく、寸法の範囲を約０．０１ミクロン未満から約２０ミクロンにできる。

【００４９】
マクロフィブリル化処理を用いた場合、全てではないものの多くのミクロファイバーは、フィルムに付着したままでいる。有利なことに、フィルムから半分分離されたミクロファイバーを含んだミクロフィブリル化された物品は、ミクロファイバーを取扱い、保管し、そして運ぶための便利で安全な手段を提供できる。必要ならば、ミクロファイバーは、例えばポーキュパインロール、スクレイピング（scraping）等を備えた機械的手段によってフィルム表面から収穫でき、そして開示された複合構造体を形成するのに利用される。

しかしながら、任意で、複数の半分分離したミクロファイバー及び／又はマクロファイバーを含むウェブが、そのまま複合構造体に使用される。特に、複数の高弾性ミクロファイバー及び／又は高弾性マクロファイバーを含むウェブは、開示された複合構造体の単層（single layer）として含むための不織布のウェブを形成できる。

【００５０】

図１及び図２に図示されたような溶融押出プロセスによって形成された高弾性ポリプロピレンファイバーを考えた場合、ファイバーは、高い結晶性と高い配向性を有し、ラメラ構造をほとんど又はまったく備えなくすることができる。特に、個々のファイバー（例えば、マルチフィラメントヤーンの個々のフィラメント）は、広角Ｘ線散乱（ＷＡＸＳ）測定技術により約８０％より大きい結晶化度を有することができる。例えば、図３は、溶融物から形成した、開示された複合体の高弾性ポリプロピレンファイバーの典型的なＷＡＸＳ散乱パターンを示している。この特定のファイバーは、ヤーンから引き出されており、このヤーンは、各々が直径０．０１２インチの８つのオリフィスを有する紡糸金口を通る押し出しを介して溶融物から形成され、７３℃の水浴で急冷され、そして延伸比１６．２で引き延ばされた。引き延ばされたヤーンは、４０６グラム／９０００ｍの最終的な直径を有していた。図を参照してわかるように、０φがファイバーと平行な場合、ファイバーのアモルファス領域は、２θが１０～３０でφが６０～９０になり（図３の下側近傍の暗い領域）、結晶領域は、２θが１０～３０でφが－１５～１５になる（図３の両側にある明るいスポットを含む）。よって、結晶領域とアモルファス領域とのＸ線散乱強度をまとめることにより、フィラメントの結晶化度は、次式のように求められる。

【００５１】

【数１】

$$\frac{(I_X - I_A)}{(I_X)}$$

ここで、I_Xは結晶領域の強度で、

I_Aはアモルファス領域の強度である。

【００５２】

さらに、ポリオレフィンファイバーは、図３のＷＡＸＳピークの狭い幅が示すように、高度に配向している。

【００５３】

図４は、図３に図示したフィラメントの小角Ｘ線散乱（ＳＡＸＳ）パターンである。図示されているように、結晶形、配向性、及びアモルファス領域に関して期待された構造は図に現れておらず、また、ファイバーは完全にアモルファス領域になっているわけではないが、しかし、結晶領域及び高度に配向したアモルファス領域から全て構成されていると思われる。

【００５４】

低い係数のポリオレフィンファイバーのＳＡＸＳパターンは、一般的に、交互になった結晶領域とアモルファス領域とを含んでおり、それはヤーンの軸に散乱強度の明るいスポットとして現れる（例えば、Polypropylene Fibers-Science and Technology, M. Ahmed, Elsevier Scientific Publishing Company, 1982, pp. 192-203を参照。これを参照し、本明細書に組み込む）。これらのスポットの位置は、結晶領域の繰り返しの間の長い空間周期（period spacing）を得るのに利用できる。図４にこれらのスポットが存在しないことは、図４のファイバーのアモルファス領域のいずれも結晶領域とほぼ完全に一致する電子密度を有しており、そのため、密集し、高度に配向したアモルファス鎖が構成されているか、又はアモルファス領域が全く存在しないことを示唆している。アモルファス強度が少なくとも１５％であることを示唆している図３のＷＡＸＳパターンと組み合わせると、説明されたフィラメントのアモルファス領域は、おそらく、高度に配向した鎖から構成されていると思われる。

【００５５】
さらに、ＳＡＸＳパターンの赤道散乱（equatorial scattering）は、一般に、中央垂線（center normal）から発生してファイバーの軸に向かい、中心から各方向に離れて、長く薄い線（streak）に突出する。説明されたファイバーについてさらに図４を参照すると、これらの赤道散乱線は増幅されて大きくなり、より適切に「羽（wings）」と記載されるに至る。これらの赤道散乱は、結晶セグメントのフィブリル化から発生し、より明確に規定された針状集合体になる。長い赤道線は、シシ（shish）、たとえば「ケバブ（kabobs）」の間又は周囲に配向したラメラを備えたヤーンの中の、円筒状でシシタイプ（shish-type）の構造の高い集合体から発生する。これらの線は、一般的に、本発明のように高い引き延ばしの状況で現れる。

【００５６】
図４に図示されているように、フィラメントは、ほとんど存在しない子午線反射（meridional reflection）と、子午線に対する赤道の散乱強度の比が高くなるような高強度の赤道散乱とを描写しているが、全体的な強度で示されているように強い密度コントラストが残っている。

【００５７】
一般に、開示された複合材料の形成に使用するのに適した高弾性ファイバーは、１より大きい子午線強度に対する赤道強度の比を含んだＳＡＸＳ特性を有する。ある実施形態では、この比は約３より大きい。ファイバーは、一般に、２θが約０．４～約１．０でφが約６０～約１２０及び約２４０～約３００（図４を参照すると、０φはファイバーと平行又は垂直）をまとめた赤道強度を示す。さらに、ファイバーは、２θが約０．４～約１．０でφが約－６０～約６０及び約１２０～約２４０をまとめた子午線強度を示す。

【００５８】
別の実施形態では、複合構造体の１つ以上の層は、当該技術分野で一般的に知られているように、溶液紡糸プロセス（solution spinning process）によって形成された高弾性ポリオレフィンファイバーを含むことができる。例えば、複合体の層は、Ｋａｖｅｓｈらの米国特許第４４１３１１０号、Ｍｅｉｈｕｉｚｅｎらの米国特許第４１３７３９４号、及びＤｕｎｂａｒらの米国特許第５９５８５８２号に記載された典型的な溶液紡糸プロセスにより形成された高弾性ポリオレフィンファイバーを組み込むことができる。これらの米国特許は参照して本明細書に組み込む。

【００５９】
本発明によれば、少なくとも１層に、高弾性で高い引っ張り強さのポリプロピレン ファイバーを複数含む、複合多層構造体が開示されている。開示された複合体は、第１の層と同じ又は異なる第２の層も、そしてポリマー性接着剤も含んでいる。高強度ポリオレフィンファイバーのユニークで有益な特徴により、特に、低密度及び低誘電率と組み合わせたそれらの高弾性率及び高い引っ張り強さにより、これらの材料は、いずれかの好適な組み合わせプロセスに従って適切なポリマー性接着剤と有益に組み合わせて、そして任意で他の材料から形成された層と共に、本発明の複合材料を形成できることを見いだした。

【００６０】
本発明によれば、開示された複合体の１つ以上の層は、高弾性ポリオレフィンファイバーを組み込んだ織布、不織布、又は編布にすることができる。本明細書において「布地（fabric）」の用語は、ヤーン、マルチフィラメントファイバー、モノフィラメントファイバー、又はそれらの組み合わせを織り合わせて製造された平らな織物構造（textile structure）を含む、と規定される。したがって、開示された複合材料の１つ以上の層は、本明細書で織布（織りプロセス及び／又は編みプロセスによって形成された布地）と呼んでいる、所定の、組織立って織り合わせたパターンの中に、高弾性ポリオレフィンファイバーを含むことができ、そして任意で、ランダムなパターン（不織布）又は一方向プリプレグ布地（unidirectional prepreg fabric）にファイバーを含むこともできる。一方向プリプレグ布地には、ポリマー性接着剤のマトリクス中に、多数の一方向ファイバーが配列して保持されている。

【００６１】
開示された複合構造体の織布は、いずれの織物構成プロセスによって形成してもよく、また、当該技術分野で一般的に知られており、本明細書に記載されたようなポリオレフィン含有ファイバーに使用するのに適した、いずれの織り構成システム及び／又は編み構成システム及び装置を用いてもよい。例えば、薄い回路基板材料への含有用では、布地は約４０デニールの小さいヤーンから作成され、いずれか一方又は両方の向きにおいて１インチあたりの打ち込み密度（picks）を１００本以下の織布構造に含有されていた。大きな構造体用では、布地は、約１００００デニールまで又はそれ以上の大きなヤーンから構成して、わずか１０本の打ち込み密度又はさらに少ない打ち込み密度の構造体に織った。このように、様々な厚さ及び様々な物性の複合体を準備できる。さらに、ヤーンの強度を樹脂成分に移すのを可能にする織りパターンいずれでも許容できる。例えば、当該技術分野において周知のあや織りや繻子織りなどの織りパターンを、単独で、又は組み合わせて、開示された構造体に利用することができる。

【００６２】
高弾性ポリオレフィンファイバーを組み込んだ不織布は、当該技術分野で一般的に知られている好適な構成プロセスのいずれかに従って形成することができる。例えば、構成に続いて、開示された高弾性ポリオレフィンファイバーを含む複数のファイバーは、移動する構成布地（traveling formation fabric）の上に、既知のプロセスによってランダムに置かれ、そして接着剤を用いて、加熱して、圧力をかけて、又はそれらを組み合わせて、互いに結合できる。適した接着剤は当該技術分野で一般的に知られており、ファイバーを構成するプロセス中に、又はウェブを構成するプロセス中に、所望通りに塗布することができる。ある実施形態では、不織布は、高度に結晶性のポリオレフィンフィルムから部分的に及び／又は完全に分離した、複数のマクロファイバー及び／又はミクロファイバーを含むことができる。

【００６３】
ある実施形態では、開示された複合体に含有される層は、高弾性率で高い引っ張り強さのポリプロピレンファイバーから、全体を構成してもよい。例えば、織布層の打ち込み密度と縦糸（pick and warp yarns）の両方を、もっぱら高弾性ポリプロピレンヤーンとしてもよい。しかしながら、任意で、本発明の複合構造体は、高弾性ポリプロピレンファイバー及びポリマー性接着剤に加えて、他の材料を含んでもよい。例えば、ある実施形態では、複合構造体は高弾性ポリプロピレンファイバーを含む１つ以上の層を含むことができ、この層自身が複合材料であってもよい。

【００６４】
例えば、ある実施形態では、複合体の層は、複合ヤーンの構成要素として高弾性ポリプロピレンファイバーを含むことができる。本明細書では、複合ヤーンは２つの異なるファイバータイプの組み合わせから形成されたヤーンを含む、と規定される。例えば、高弾性ポリプロピレンファイバーは、異なる材料のファイバーと組み合わせてもよく、例えば、これに限定されないが、グラスファイバー、カーボンファイバー、メタルファイバー、又は、例えば、超高分子量ポリエチレン（ＵＨＭＷＰＥ）などの高性能ポリオレフィン、ポリテトラフルオロエチレン（ＰＴＦＥ）などのフルオロカーボンベースファイバー、又はポリ－パラフェニレンテレフタルアミドなどのポリアラミドなどの他のポリマーから形成されたファイバーと組み合わせて、ヤーンを形成してもよい。

【００６５】
典型的な複合ファイバーは、適した複合ファイバー形成プロセスのいずれかによって形成することができる。例えば、２つ以上のファイバーは、撚り（twisting）、仮撚り織り込み（false twist texturing）、空気織り込み（air texturing）、又はいずれかのヤーン織り込み（yarn texturing）又は結合プロセスを経て結合できる。ある実施形態では、複合ヤーンは、第１の材料で形成された内部のコア材と、異なる材料から成る外側のラッピング材とから形成され、ある特定の実施形態では、本明細書に記載された高弾性ポリプロピレンファイバーである。そのような複合ヤーンを形成するためのある典型的な方法で

は、Ｐａｔｒｉｃｋの米国特許第６７０１７０３号に記載されており、参照して本明細書に組み込む。別の実施形態では、複合ヤーンは、Ｋｌａｕｓらの米国特許第６４４０５５８号に記載されているようなエアージェットを組み合わせた方法によって形成することができ、参照して本明細書に組み込む。しかしながら、これらは単なる典型的な方法であり、そして多くの、そのような好適な組み合わせプロセスは、当業者にとって周知であるので、本明細書では詳細に記載しない。

【００６６】

ある複合ヤーンの実施形態では、複合ヤーンは、かなり大きく異なる溶融温度を有する２つ以上のポリオレフィンファイバーを含んでもよい。例えば、ある典型的な複合ヤーンでは、約１３５℃の溶融温度を有するポリエチレンヤーンと組み合わせた、約１６５℃の溶融温度を有する高弾性ポリプロピレンヤーンを含むことができる。特定の実施形態によれば、複合ヤーンを含む織布は、低融点の構成材が溶融するのに十分な温度と圧力の下で、他のヤーンで圧縮されてもよく、その低融点の構成部材は、複合構造体の層として高弾性ポリプロピレンヤーンで強化されたポリマーマトリクスを提供する前述のポリマー性接着材料として機能できる。低融点の構成要素のために、適当な低融点を有する多数のポリマー又はポリマー混合物が可能で、そして当業者にとって周知であるので、本明細書では詳細な記載は必要ではない。

【００６７】

別の実施形態では、１つ以上の複合構造体の層は、ファイバータイプ又はヤーンタイプの混合物を布地の中に含んだ複合体布地にすることができる。例えば、織布は、例えば複合ヤーンの形成に関して上述した材料などの異なる材料のヤーン又はファイバーと組み合わせて、高弾性ポリプロピレンヤーン又はその複合体を含んで形成することができる。例えば、布地は、織布全体に断続的に含まれた、グラスファイバー、カーボンファイバー、アラミドファイバー、複合ファイバー等と組み合わせて、複数の高弾性ポリプロピレンヤーンを含んで形成することができる。

【００６８】

特定の実施形態によれば、布地中における第２のファイバーの寸法、総数、方向及び位置は、布地層の特定の性質を規定するために制御されてもよい。例えば、複合構造体は、布地の打ち込み密度及び／又は縦糸の所定の位置に第２のファイバーを添加することにより制御可能な屈曲及び／又は引っ張り強さの特性に関して、異方性を有する１つ以上の個々の織布を含むことができる。

【００６９】

開示された発明の複合構造体は、複数の高弾性ポリプロピレンファイバーを組み込んだ１つ以上の層に加えて、高弾性ポリプロピレンファイバーを必ずしも含む必要のない１つ以上の追加の層を含むこともできる。開示された複合構造体の１つ以上の層として有益に含まれた非限定的な材料のリストには、例えば、グラスファイバーの織布及び不織布、カーボンファイバーの織布及び不織布、様々なポリマーファイバー、ポリマーマトリクス又はそれらの組み合わせを含むポリマー性の織布、不織布、フィルム及びシート等であって、例えば、ハロゲン化ポリマー（例えばＰＴＦＥ、ＰＶＣ、ＰＶＡ等）、ポリアラミド（例えばケブラー（登録商標））及びＵＨＭＷＰＥなどから形成されたファイバー強化熱硬化性マトリクスを含むもの、金属フィルム及び金属箔、及び／又は液晶材料を含むことができる。

【００７０】

これらの追加の層は、例えば、引っ張り強さ、曲げ強度、又は断面方向の浸透強度（cross-direction permeation strength）などの望ましい物性を、複合構造体に追加することができる。例えば、複合構造体は、穿孔又は異物の浸透（例えば、発射体、液体浸透など）に対する層状構造の耐性を増加する１つ以上の材料を、断面方向に含むことができる。

【００７１】

ある実施形態では、複合体の１つ以上の層は、特に、構造体の電気特性を向上させるこ

とができる。例えば、複合構造体は、例えば電気デバイス上への回路パターンの形成過程において、その上に金属を適用できる、電気的に絶縁の誘電材料の層を含むことができる。

【００７２】

開示された複合構造体のいずれかの層は、任意で、構造体全体にわたって連続に又は不連続にすることができる。例えば、特に、電気デバイスに用いられる複合構造体の例では、複合構造体の１つ以上の層は、構造体の上で電気回路を形成するように特定のパターンに配列された導電材料を含むことができる。本明細書で規定されたように、導電材料などの材料のパターン構造は、構造が構造体の隣接層の表面にわたって不連続ではあるものの、開示された複合構造体の単層を見なすことができる。例えば、複合材料の多層は、各々が、電気的導電材料でパターンを形成して電気回路を形成することができ、そして、結合して多層電気回路基板を形成するこれらの層は、当該技術分野で周知である。

【００７３】

開示された複合構造体の多数の個々の層を結合する前に、複合体の１つ以上の材料を前処理することは、特定の実施形態において有益である。例えば、ある実施形態では、ファイバー又は形成された層のいずれかは、前処理して、例えば湿潤性又は接着性などのファイバー又は層の特定の特性を向上することができる。例えば、ファイバーは、フィブリル化し、プラズマ処理又はコロナ処理を行うこと、又は表面サイズ剤（surface sizing）、それらの全てが当該技術分野で一般的に知られているが、それにより処理して、物性を改善又は向上することができる。ある実施形態では、ファイバー又は層は、その後の接着剤の塗布に使用可能な領域を増加して、そして隣接層との接着を向上するように、例えばフィブリル化処理により処理されて材料の表面領域を増加してもよい。例えば、ファイバー、フィルム又は布地は、上述の方法又は当該技術分野で一般的に知られている類似の方法によりフィブリル化又はミクロフィブリル化して、層間の及び層内の接着性を向上することができる。

【００７４】

別の実施形態では、複合体構成プロセスの間に層間の強力な結合の構成を促進するように、１つ以上の層を形成する材料の表面を機能化することは有益である。そのような実施形態では、機能化は、いずれかの適した方法によって得られるだろう。例えば、ファイバーのサイズ剤は、布地層を形成する前に、個々のファイバーの上に、又は任意で布地そのものの上に、被覆されてもよい。適したサイズ剤は、マトリクス樹脂に結合するため又は複合体の別の層に直接結合するための反応基を残しながらファイバー表面に結合できる、いずれかのサイズ剤を含んでもよい。

【００７５】

ある特定の実施形態では、複合構造体に含まれる有機材料、特に、高弾性ポリプロピレンファイバー又はそれから形成された層は、層の結合をより促進するように、個々の層を互いに結合する前に酸化してもよい。例えば、高弾性ポリプロピレンファイバーは、これに限定されないが、コロナ放電、化学酸化、火炎処理、酸素プラズマ処理、又は紫外線放射を含むいずれかの適した酸化方法により、布地構成プロセスの前又は後のいずれかに酸化できる。ある特定の実施例では、Ｅｎｅｒｃｏｎ Ｐｌａｓｍａ３ユニットで、８０％ヘリウムと２０％酸素の雰囲気を用いて、中程度のパワーレベルで生じた大気圧プラズマが形成でき、そして、例えばエポキシや不飽和ポリエステル樹脂システムなどの熱硬化性樹脂に対するファイバーの濡れ性及び結合性を向上する反応基を生じるように、布地又はファイバーはプラズマで処理できる。

【００７６】

開示された複合材料の層は、ポリマー性接着剤を用いた種々の好適なプロセスのいずれか１つによって結合できる。本開示の目的において、複合体構成プロセスを、圧縮成形構成プロセス（compression molding formation processes）又は熱硬化性樹脂成形プロセス（thermoset resin molding processes）のいずれかに、大まかに分類する。任意で、層を結合するのに、両タイプのプロセスを組み合わせて利用できる。例えば、最初に圧縮

成形プロセスにより、最終製品に組み込まれる２つ以上の層を結合して中間ラミネート材（intermediate laminate）を形成し、この最初のプロセスに続いて、熱硬化性樹脂成形プロセスにより、１つ以上の中間ラミネート材を互いに結合して又は追加の層と結合して、最終的な複合構造体を形成する。

【００７７】

ある実施形態では、圧縮成形プロセスが利用でき、複合材料の層の中及び／又は層の間にマトリクス材料として低融点の熱可塑性接着剤を含有する場合、層は互いに圧縮成形できる。例えば、ある実施形態では、低融点の熱可塑性フィルムの層は、複合体の他の層の間に含むことができる。この実施形態によれば、熱可塑性フィルムは、隣接層の材料よりも低く、特に高弾性ポリプロピレンファイバーより低い融点を有する。圧縮成形プロセス中に熱及び圧力を加えることにより、熱可塑性フィルムは少なくとも部分的に溶融して接着剤として機能する。

【００７８】

別の実施形態では、熱可塑性樹脂の接着剤は、複合構造体を組み立てる前に、個々のヤーン、ファイバー又は層に被覆してもよい。例えば、個々のヤーン又はファイバー及び／又は複合体の完成した層は、高弾性ポリプロピレンファイバーよりも低い融点を有する熱可塑性樹脂により押出し被覆（extrusion coated）されてもよい。圧縮成形プロセス中に熱及び圧力をかけることにより、熱可塑性材料は少なくとも部分的に溶融して、層を互いにしっかり接着することができる。

【００７９】

圧縮成形プロセスで接着剤として使用するための可能な熱可塑性樹脂及びフィルムは、当該技術分野で一般的に知られているように、例えば、低融点ポリエチレン、低融点ポリプロピレンコポリマー、又は低融点フルオロポリマーを含むことができる。圧縮成形プロセスで固定できる隣接層は、互いに同じでも又は異なってもよい。例えば、２つ以上の隣接する本質的に同一のポリプロピレンの布地は、圧縮成形プロセスを用いて接着でき、そのようなプロセスは、同一ではない層の接着にも利用できる。

【００８０】

開示された複合体の隣接層は、熱硬化性接着剤を用いて、熱硬化性樹脂成形プロセスにより互いに固定できる。当該技術分野で一般的に知られているように、そのようなプロセスは、１つ以上の個々の層又は任意で個々の層を形成するファイバーに熱硬化性マトリクス樹脂の塗布する工程と、個々の層を互いに接近させる工程と、例えばモールド内で多層構造体を形作る工程と、熱硬化樹脂を硬化させて層を互いに固定し、任意で圧力下で構造体を保持しながら硬化させる工程と、を含むことができる。任意で、例えば、液状の熱硬化性接着剤をモールド内に注入することにより、個々の層を互いに接近させて形作った後に、熱硬化性樹脂を多層構造に塗布することができるが、しかしどんな場合でも、熱硬化性樹脂の硬化に続いて、樹脂は、複合体の他の構成部材の周囲又は間にマトリクスを形成する。

【００８１】

この実施形態に従って使用するのに適した熱硬化性樹脂は、一般的に、いずれの標準的な熱硬化性マトリクス樹脂を含んでいる。任意で、そして所望の製品用途に依存して、熱硬化性樹脂は、材料の特定の物理的特性又は電気的特性に基づいて選択できる。例えば、電気的用途に使用するための複合構造体の構成を考慮したとき、当該技術分野で一般的に知られているような低損失の熱硬化性樹脂を利用するのが有益である

【００８２】

本発明の複合構造体の形成に使用される典型的な熱硬化性樹脂は、これに限定されないが、フェノールポリマー、メラミンポリマー、エポキシ、シリコーン、不飽和ポリマー、ポリウレタン、ポリアミド、ポリブタジエン、ポリエーテルブロックアミド、ポリエーテルイミド、ポリイミド、ポリ尿素、ビニルエステル、フルオロポリマー、シアナートエステル、ポリイソプレン、ジエンブロックコポリマー、 ポリエチレンテレフタレート（ＰＥＴ）等を含んでいる。

【００８３】
開示された構造体の個々の層及び／又は複合構造体に使用されたポリマー性接着剤は、当該技術分野で一般的に知られているフィラー及び／又は強化材料を含んでもよい。例えば、１つ以上の層は、ファイバー性の強化布地（fibrous reinforced fabric）、例えば、グラスファイバー強化布地等にすることができる。さらに、開示された複合体の個々の層及び／又は接着剤は、当該技術分野で一般的に知られているフィラーを含むことができる。例えば、開示された複合構造体の１つ以上の層に又は任意でポリマー性接着剤又は他のマトリクス材料に、シリカ等のセラミックフィラー、又はカーボンブラック等のフィラーを含むことができる。ある実施形態では、フィラーは、特定の電気的特性または機械的特性を構造体に提供することを含んでもよい。

【００８４】
複合構造体は、特定の用途に使用される複合体を形成するために前もって設計された材料を特に含んでもよい。例えば、複合体で使用されるポリオレフィンの低い誘電率により、複合構造体は、多くの低損失電気的用途に使用するのに有益である。ある特定の実施形態では、複合体の１つ以上の層は、複数の高弾性ポリプロピレンファイバーから形成されてもよく、複合構造体は、本質的に電磁気を通すことができる。この特定の実施形態によれば、本発明の構成物は、回路基板又はレドームのような電磁送信機及び／又は電磁受信機の保護用収容体に利用するのに有益である。本発明の電気デバイスは、従来から知られている高弾性ポリオレフィンファイバーを含まないデバイスに比べて、改善された特性を示す。例えば、誘電率及び／又は誘電損失は、同様の用途に使用されている従来既知の多層体よりも低い。例えば、ある実施形態では、本発明の複合体は約３．５未満の誘電率を示す。別の実施形態では、誘電率はより低く、例えば約３．０未満であり、他の実施形態ではさらに低く、例えば約２．７未満である。

【００８５】
ある特定の実施形態では、電気的用途のために特によく研究された本発明のデバイスの一方又は両方の表面は、例えばガラスのような高温安定性を有する強化ファイバーを含むことができる。これにより、特に、標準的なはんだプロセスなどを含む高温プロセスに、デバイスが使用できるようにする。

【００８６】
ある実施形態では、複合体を形成するのに使用できる低コストの形成方法のみならず、比較的低コストのポリオレフィン材料により、本明細書に開示された低損失の複合体基板は、多くの従来既知の基板に比べて低コストで提供できる。

【００８７】
ある実施形態では、本発明の複合構造体は、本質的に天候、ほこり及び／又は、保護用構造体の内部に配置されるデバイスを損傷しうる他の要素を通さない保護用構造体を形成するのに使用できる。ある特定の実施形態では、そのような保護用構造体は、特に、本発明の複合体で形成された保護用構造体の一部は、様々な波長の電磁波を通すことができる。そのように、通信アンテナ、マイクロ波塔、レーダー送信機／レーダー受信機、又はその他の送信デバイスから送信された、又は受信された電磁波が提供できる。よって、保護用構造体内に保持された電気デバイスへ、及び／又は電気デバイスから通過した電磁波は、保護用構造体の多層構造体を通過できるので、保護用構造体は保護用構造体内に保持された電気デバイスを保護するが、デバイスの操作を妨げない。そのような保護用多層材料は、本明細書に記載されたような様々な複合構造体を含むことができる。例えば、ある実施形態では、電磁透過性（electromagnetically transparent）多層材料は、ガラス、ケブラー、又は超高分子量ポリエチレンから構成された一方の又は両方の外部層を含み、さらにさらに、高弾性ポリプロピレンファイバーから成る１つ以上の内側層を含むことができる。

【００８８】
電磁透過性保護用構造体のある特定の実施例は、その中でパラボラアンテナ（dish antenna）から電磁波は発生され又は送信されるレドームである。そして、電磁波はレドーム

を通過でき、特に、本明細書に記載された複合構造体から成るレドームの一部を通過してできる。雲や飛行機などの物体からの電磁波の反射の後、電磁波は再びレドームを通って戻り、そしてパラボラアンテナに再び受信される。

【００８９】

レーダー用途に関連するこれらに加えて、電磁波を送信及び／又は受信するための他の既知の方法は、任意で、本明細書の様々な電気的用途で考慮される。例えば、本明細書に記載された保護用構造体は、レーザー、メーザー、ダイオード、及び他の電磁波発生デバイス又は電磁波受信デバイスを収容し保護するのに利用できる。ある特定の実施形態では、本明細書に記載された保護用構造体は、例えば約１００ｋＨｚと約１００ＧＨｚとの間、ある実施形態では、約１ＭＨｚと約５０ＧＨｚの間で、又は別の実施形態では約１０ＭＨｚと約２０ＧＨｚの間の電波（radio frequency waves）で動作するデバイスと共に使用される。本発明の保護用構造体は、天候パターンの監視、空又は地上の交通の監視、又は軍艦を含む軍事施設周辺の飛行機、ボート又は他の乗り物（vehicles）の検出に使用される電気機器の保護に利用できる。

【００９０】

他の電気的な実施形態では、本発明の多層複合構造体は、電気回路用、特に、高周波回路用の基板に利用できる。本開示の目的において、「高周波（high frequency）」の用語は、本明細書では１００ＫＨｚを超えると規定されている。よって、本明細書の高周波電気回路基盤は、約１００ＫＨｚを超えて動作する回路に使用するのに有益である。ある実施形態では、本発明の基板は、例えば約１ＭＨｚを超える周波数、又は別の実施形態ではさらに高く例えば約１ＧＨｚを超える周波数で動作する高周波回路と共に利用できる。

【００９１】

高周波回路基板は、昔は、ガラス及びエポキシの複合体などの基板層に接着された導電性層を含んで形成されていた。しかしながら、そのようなグラスファイバー／エポキシ複合体は、高い誘電率と高い損失を有していた。高弾性率を備えた複数の溶融押出しファイバーを含む、本明細書に記載されたような複合体は、従来知られていた基板に比べて低い誘電率を有する。いくつかの実施形態では、例えば約３．０未満で、又は約２．５未満で、さらに低く約２．２未満である。

【００９２】

本発明による回路基板は、多数の層から構成されてもよく、そのうちの少なくとも１層は、電気回路を形成するように所定のパターンで導電性材料を含み、少なくとも別の１つの層は、複数の高弾性ポリオレフィンファイバーを含む基板である。任意で、導電性材料は多数の層の上に含まれてもよく、及び／又は異なる導電性材料は、単層の上に含まれ、そして例えば工業分野で一般的に知られているビアホールなどにより、互いに電気的に接続されて配置されてもよい。任意で、１つ以上の基板の層は、例えば、グラスファイバーから成る１つ以上の複合材料の層のように、非導電性材料から形成されてもよく、グラスファイバーは、例えば低い熱膨張係数や、ワイヤー、回路部品（例えば、トランジスタ、キャパシタ、ダイオードなど）、及び／又は外部デバイスを基板の上または中に位置する回路と接続するのに用いられるはんだ付け操作のように短時間だけ高温にさらされる能力など、多層基板にさらなる構造的な有益を提供できる。

【００９３】

一般的に、開示された回路基板は、最初に適当な周波数の電磁シグナルを提供し、ワイヤー、ケーブル、はんだ接続、及び／又は当該技術分野で一般的に知られている他のデバイスを通して回路基板の回路にシグナルを送信し、キャパシタ、トランジスタ、及び当該技術分野で一般的に知られているいずれかの他の回路構成要素のみならず、導電性ストリップ及び／又はストリップラインをも含む回路の導電配置に沿ってシグナルを伝搬し、そして、そのシグナルを、記載された回路基板の内部又は外部にある別の素子で受信することにより利用できる。外部素子は、例えば、コンピュータチップ、メモリチップ、又はいずれかの他の外部電子デバイスを含むことができる。シグナルは、任意で、アンテナからのワイヤレス接続で提供してもよく、又は代わりに、集積回路又は真空チューブで利用可

能なマイクロ波電源（microwave power sources）、又は当該技術分野で一般的に知られているいずれかの他の電源で提供してもよい。

【００９４】

開示された回路基板は、当該技術分野で周知の有益性の中で特に、高いシグナルの完全性、低いデータ損失、及び低い回路動作電圧という結果をもたらす低い誘電率及び低い誘電損失の有益さを提供できる。開示された回路基板は、携帯電話（cellular telephone）の集積部品にでき、又は電話スイッチング機器、コンピュータ、高出力マイクロ波デバイス、又は当該技術分野で一般的に知られているマイクロ波周波数で動作するいずれかの電気デバイスに有利に利用できる。

【００９５】

他の実施形態では、複合構造体は、高い曲げ強度及び／又は高弾性率を示す１つ以上の層を含むことができる。例えば、１つ以上の層は、例えば、ファイバーガラスの織布又は不織布、例えばケブラー（登録商標）布地のようなポリアラミドの不織布、カーボンファイバーのマット又は不織布から形成することができる。ある特定の実施形態では、これらの他の材料は、２つの外側層の間に挟まれた１つ以上の高弾性ポリオレフィン－被覆層と共に、複合構造体の外側層を形成することができる。これらの外側層は、これらの特定の材料の有益性を複合体に提供できるが、複合体の層に低コスト、低密度そして高弾性率のポリオレフィンファイバーを含むことによりさらに望ましい強度特性を達成できるので、複合構造体は、従来から知られている複合体よりもさらに低重量の構成物及び／又は低コストの構成物にすることができる。

【００９６】

例えば、開示された複合体は、防弾チョッキ、自動車のシャーシ及びバンパーを含む車両パーツ、船体（boat hulls）、及びヘルメットに用いられる典型的に強くて軽量の材料を形成するのに使用できる。ある実施形態では、本発明の複合構造体は、例えば約１．５ｇ／ｃｍ^{3}未満の低い平均密度を有してもよい。他の実施形態では、平均密度は、さらに低くでき、例えば約１．２ｇ／ｃｍ^{3}未満に、又はさらに低く、例えば約１．１ｇ／ｃｍ^{3}にすることができる。これらの材料は、優れた曲げ強度特性及び曲げ弾性率特性を示すこともできる。本発明の様々な実施形態において、例えば複合体の曲げ強度は、約８０ＭＰａより大きく、約１００ＭＰａより大きく、又は約１５０ＭＰａより大きくてもよい。その上、曲げ弾性率は極めて高く、例えばある実施形態では約３ＧＰａを超え、別の実施形態ではさらに高く、例えば約１０ＧＰａを超え、又は他の実施形態では約１５ＧＰａを超えることができる。

【００９７】

当該技術分野で周知のように、本明細書に開示されたようなラミネート複合体の剛性は、複合体の厚さの３乗に比例して増加する。さらに、荷重の体積（the bulk of the load）は、複合体の外側層で生じるだろう。本発明によれば、複合体の低密度材料の含有により、予期された対応する重量増加なしに厚さの増加を表現できるように、複合体を設計でき、そして構成できる。さらに、開示された複合構造体は、複合体の外部の層における、堅く、さらに重く、及び／又はより高価な材料を最大限に利用できる。よって、優れた強度特性は、構成物の全体にわたって高弾性率材料（例えば、ガラス、ケブラー（登録商標）など）を組み込んだ従来既知の複合体に比べて、低減したコスト及び／又は低減した重量の複合体で達成できる。

【００９８】

本発明は、以下の実施例を参照して、より理解されるだろう。

【実施例１】

【００９９】

高弾性マルチフィラメントポリプロピレンヤーンは、図１に図示されたようなプロセスによって形成された。これらの高弾性ポリプロピレンヤーンは、狭い織機（loom）で織布に組み込まれた。ファイバーは、１６ＧＰａの係数と７００ＭＰａの引っ張り強さを備えた１６００デニール及び４８フィラメントのポリプロピレンファイバーであり、１インチ

あたり１２本の打ち込み密度の布地に含まれていた。横糸（weft）は、当該技術分野で周知の１２００デニールの低弾性ポリプロピレンヤーンから形成した。そして、これらの織布は、本明細書に記載された多層複合構造体を形成するのに使用された。これらの布地層は、以下の表及び図において、ＨＭＰＰと指定されている。複合構造体内に含まれる前に、これらの布地は、Ｅｎｅｒｃｏｎ Ｐｌａｓｍａ３プラズマ処理デバイスにおいて、０．０４インチのギャップで８０％ヘリウムと２０％酸素の雰囲気、５０フィート／分、２ｋＷの出力を用いてプラズマ処理された。Ｅｍｅｒｓｏｎの測定方法によれば、この処理の前では、布地のダインレベル（dyne level）は３２であり、そして、処理の後では、ダインレベルは６６に増加した（ダインレベル７２は水濡れ（water wetting）に対応する）。

【０１００】

ＨＭＰＰ層は他の材料と結合して、本明細書に記載された複合構造体を形成した。使用された他の層は、次のように指定された。

ＧＬＡ　グラスファイバー布地であり、Fiberglast Company社の製品番号245-Cで入手可能である。

ＣＡＲ　カーボンファイバー布地であり、Defender Industries社の製品番号751434で入手可能である。

ＰＰ　低弾性ポリプロピレン織布であり、Defender Industries社の製品番号751422で入手可能である。

ＰＥＴ　ポリエチレンテレフタレートファイバー織布であり、Defender Industries社の製品番号751425で入手可能である。

ＫＥＶ　ケブラー（登録商標）布地であり、Defender Industries社の製品番号751429で入手可能である。

ＨＭＰＰ　上述の高弾性ポリプロピレンヤーンの織布である。

【０１０１】

個々の層は、ＰＥＴ－Ｆ（Fiberglast Company社の７７－Ａポリマーモールド樹脂）、ＰＥＴ－ＴＡＰ（TAP Plastics社から入手可能な８７７７Ｍａｒｉｎｅビニルエステル樹脂）及びエポキシ－ＴＡＰ（いずれもTAP Plastics社から入手可能な、８７５２Ｍａｒｉｎｅエポキシ Ａ Ｓｉｄｅ樹脂と８７２２ミディアムＢ Ｓｉｄｅ硬化剤を４：１で混合）から選択された熱硬化性樹脂で被覆された。それから層は一緒に運ばれ、モールドはｃ－クランプで締め付けられ、そして熱硬化性樹脂は硬化された。複合体は、以下の表１に示すように準備された（４／５交互とラベルした複合体は、構造物の外部層を形成している２番目にリストされた材料を備えた第２の材料の５層の間に、最初にリストされた材料の４層を交互に含んでいる）。

【０１０２】

【表１】

サンプル番号	層の数	層の構成	樹脂	密度 (g/cm^3)	誘電率	曲げ強度 (MPa)	曲げ弾性率 (GPa)
1	8	HMPP	PET-F	1.06	2.769	93	3.8
2	6	GLA	PET-F	1.58	3.908	199	11.8
3	1/6/1	GLA/HMPP/GLA	PET-F	1.17	2.94	132	9.2
4	1/6/1	CAR/HMPP/CAR	PET-F	1.11			
5	8	PP	PET-F	1.02	2.699	64	2
6	8	PET	PET-F	1.23	3.187	68	2.8
7	1/6/1	KEV/HMPP/KEV	PET-F	1.09	2.837	135	8.1
8	1/6/1	CAR/HMPP/CAR	PET-F	1.11	3.334	133	15.1
9	8	HMPP	PET-F	1.01			
10	1/6/1	GLA/HMPP/GLA	PET-F	1.18			
11	8	HMPP	PET-TAP	0.98	2.4286	62.2	3.4
12	1/6/1	GLA/HMPP/GLA	PET-TAP	1.20	2.746	90.6	11.3
13	2/4/2	GLA/HMPP/GLA	PET-TAP	1.40	3.1235	163.9	17.4
14	1/6/1	KEV/HMPP/KEV	PET-TAP	1.08	2.669	76.5	10.5
15	2/4/2	KEV/HMPP/KEV	PET-TAP	1.11	2.8892	132.8	19.7
16	1/6/1	CAR/HMPP/CAR	PET-TAP	1.08		99.4	17.1
17	2/4/2	CAR/HMPP/CAR	PET-TAP	1.19		157.1	11.1
18	4/5 交互	HMPP/GLA	PET-TAP	1.45	3.2745	123.9	19.8
19	8	GLA	PET-TAP	1.86	4.5563	197.8	18.8
20	8	HMPP	エポキシ-TAP	1.01	2.6609	81.9	5.1
21	1/6/1	GLA/HMPP/GLA	エポキシ-TAP	1.19	2.9732	130.9	12.6
22	2/4/2	GLA/HMPP/GLA	エポキシ-TAP	1.41	3.3276	186.6	16.4
23	1/6/1	KEV/HMPP/KEV	エポキシ-TAP	1.08	2.7934	124	15.8
24	2/4/2	KEV/HMPP/KEV	エポキシ-TAP	1.16	3.0519	138.3	18.3
25	1/6/1	CAR/HMPP/CAR	エポキシ-TAP	1.06		100.8	19.6
26	2/4/2	CAR/HMPP/CAR	エポキシ-TAP	1.19		208.9	27.8
27	4/5 交互	HMPP/GLA	エポキシ-TAP	1.46	3.4273	121.2	13.8
28	8	GLA	エポキシ-TAP	1.84	4.7469	191.5	13.8

【０１０３】

図５～図８は、本発明の典型的な複合構造体（特に、上記の表１のサンプル番号２０～２７）の物性を、エポキシ樹脂と組み合わせた８層のグラスファイバー材料から形成された複合体（上記の表１のサンプル番号２８）と比較して、示している。図及び表を参照して分かるように、本発明の複合体は、従来既知の複合材料に比べて低い全体密度（overall density）で、低い誘電率及び高い強度特性を有することができる。

【実施例２】

【０１０４】

８層のＨＭＰＰの布地が、ポリエチレンフィルムと交互に積層され、そして１５０℃、８０００ｐｓｉで５分間、圧縮された。得られた複合体は、良好な剛性と並外れた強靭性を有していた。

【０１０５】
さらに、８層のＨＭＰＰの布地が、同様な条件下で、ランダムコポリマーポリプロピレン（ＲＣＰ）フィルムと交互に積層された。得られた複合体は、ポリエチレンフィルムを含む複合体に比べて、強くそして堅く、さらに非常に強靭だった。
【０１０６】
比較例では、８層のＨＭＰＰの布地がポリマー性接着剤を使用せずにオーバーレイ（overlaid）された。３つの同じ構造体が、１５０℃、１５５℃、及び１６０℃でそれぞれ圧縮され、そして８０００ｐｓｉで３０分保持された。各ケースにおいて、得られた層は容易に剥離し、そして１６０℃では、ファイバーは元の長さの半分に縮んだことがわかった。
【０１０７】
当然のことながら、例示を目的として与えられた上述の実施例は、本発明の目的を限定するとは解釈されない。本発明のいくつかの実施形態だけが上記に詳細に記載されているが、例示した実施形態において、本発明の新たな技術及び利点から著しく離脱することなく、多くの変形が可能であることを当業者は容易に理解できるだろう。したがって、そのような多くの変形は、特許請求の範囲とそれと等価な全てにより規定される本発明の目的の範囲内に含まれることを意図している。さらに、多くの実施形態は、いくつかの実施形態の利点のすべてを達成しないと考えられるが、特定の利点がないことは、実施形態が本発明の目的から外れるのに必要な手段とは解釈されない、と理解される。
【図面の簡単な説明】
【０１０８】
【図１】図１は、開示された複合構造体で使用するのに適した高弾性ポリオレフィンファイバーを形成するための典型的な方法の概略図である。
【図２】図２は、開示された複合構造体で使用するのに適した高弾性ポリオレフィンファイバーを形成するための典型的な別の方法の概略図である。
【図３】図３は、本発明で使用するのに適したポリプロピレンフィラメントのＷＡＸＳ散乱パターンである。
【図４】図４は、図３のポリプロピレンフィラメントのＳＡＸＳ散乱パターンである。
【図５】図５は、本発明の典型的な複合構造体の物理的および電気的特徴を、グラフを用いて説明している。
【図６】図６は、本発明の典型的な複合構造体の物理的および電気的特徴を、グラフを用いて説明している。
【図７】図７は、本発明の典型的な複合構造体の物理的および電気的特徴を、グラフを用いて説明している。
【図８】図８は、本発明の典型的な複合構造体の物理的および電気的特徴を、グラフを用いて説明している。

【図１】

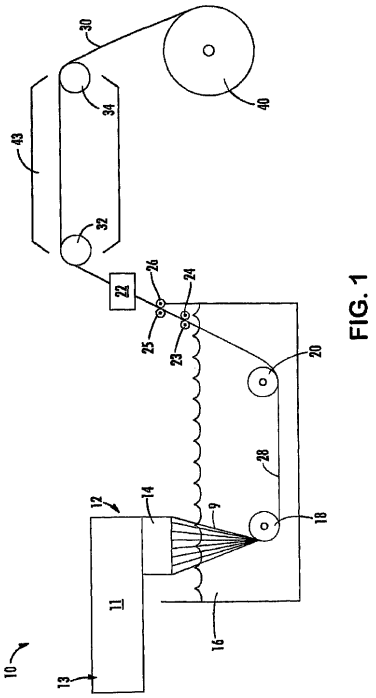


FIG. 1

【図２】

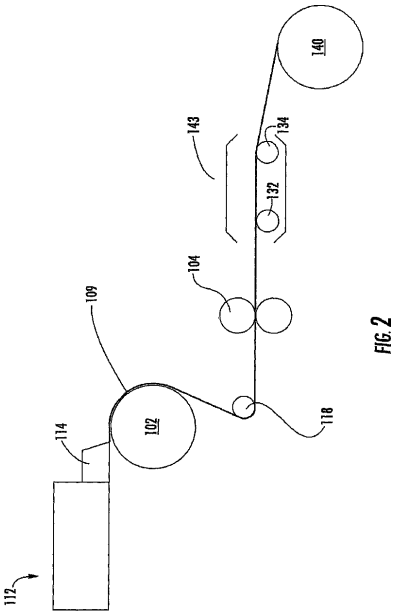


FIG. 2

【図３】

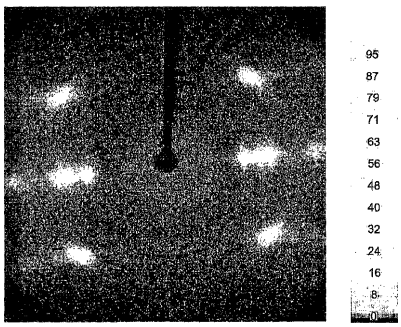


FIG. 3

【図４】

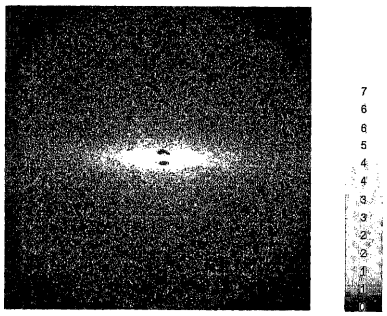
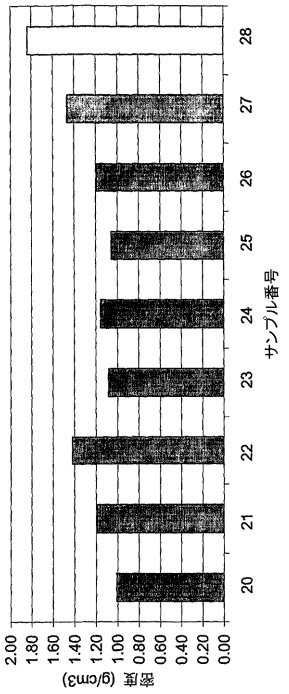
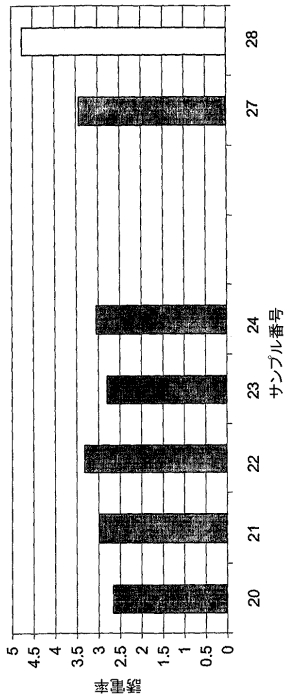


FIG. 4

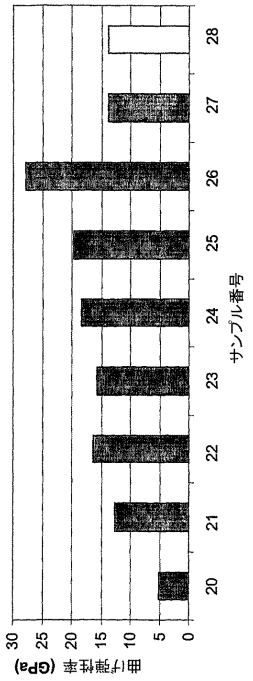
【図５】



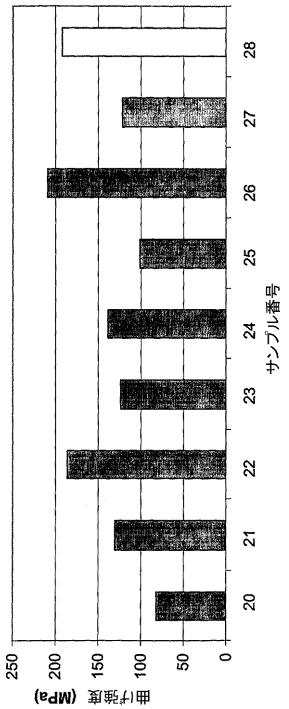
【図６】


誘電率
0
0.5
1
1.5
2
2.5
3
3.5
4
4.5
5
20
21
22
23
24
27
28
サンプル番号

【図７】


曲げ弾性率 (GPa)
0
5
10
15
20
25
30
20
21
22
23
24
25
26
27
28
サンプル番号

【図８】


曲げ強度 (MPa)
0
50
100
150
200
250
20
21
22
23
24
25
26
27
28
サンプル番号

フロントページの続き

(31)優先権主張番号　11/205,662
(32)優先日　平成17年8月17日(2005.8.17)
(33)優先権主張国　米国(US)

(74)代理人　100177080
弁理士　齊藤　涼子
(72)発明者　ブライアン・ジー・モーリン
アメリカ合衆国２９６０７サウスカロライナ州グリーンビル、ニュー・フォレスト・コート８番

審査官　奥野　剛規

(56)参考文献　米国特許出願公開第２００４／００２８８８４（ＵＳ，Ａ１）
特表２００５－５０４９０１（ＪＰ，Ａ）
特表２００２－５３１７２１（ＪＰ，Ａ）
特開平１１－１３８６７１（ＪＰ，Ａ）
特開２０００－２０２９６２（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
B32B　1/00-43/00