

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2015-505879

(P2015-505879A)

(43) 公表日 平成27年2月26日(2015.2.26)

(51) Int. Cl.	F I	テーマコード (参考)
<b>C08J 5/04 (2006.01)</b>	C08J 5/04 CER	4F072
<b>B29C 70/52 (2006.01)</b>	C08J 5/04 CEZ	4F205
<b>B29C 70/06 (2006.01)</b>	B29C 67/14 D	
<b>B29K 101/12 (2006.01)</b>	B29C 67/14 L	
<b>B29K 105/08 (2006.01)</b>	B29K 101:12	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 25 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号 特願2014-546102 (P2014-546102)  
 (86) (22) 出願日 平成24年12月7日 (2012.12.7)  
 (85) 翻訳文提出日 平成26年7月28日 (2014.7.28)  
 (86) 国際出願番号 PCT/US2012/068347  
 (87) 国際公開番号 W02013/086258  
 (87) 国際公開日 平成25年6月13日 (2013.6.13)  
 (31) 優先権主張番号 61/569,045  
 (32) 優先日 平成23年12月9日 (2011.12.9)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)  
 (31) 優先権主張番号 61/660,189  
 (32) 優先日 平成24年6月15日 (2012.6.15)  
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 500100822  
 ティコナ・エルエルシー  
 アメリカ合衆国ケンタッキー州41042  
 , フローレンス, ディクシー・ハイウェイ  
 8040  
 (74) 代理人 100140109  
 弁理士 小野 新次郎  
 (74) 代理人 100075270  
 弁理士 小林 泰  
 (74) 代理人 100101373  
 弁理士 竹内 茂雄  
 (74) 代理人 100118902  
 弁理士 山本 修  
 (74) 代理人 100112634  
 弁理士 松山 美奈子

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 非対称繊維強化ポリマーテープ

(57) 【要約】

非対称テープ、並びに非対称テープを形成するために、少なくとも一つの繊維ローピングにポリマー樹脂を含浸させるためのシステム及び方法を開示する。非対称テープは、繊維強化ポリマー材料を形成するために、ポリマー樹脂と、前記ポリマー樹脂の中に包埋された複数の繊維を含む。繊維強化ポリマー材料は、第一の表面と反対の第二の表面を包含する。繊維は繊維強化ポリマー材料に配置されて、富樹脂部分と富繊維部分とを形成する。富樹脂部分は、第一の表面を包含し、富繊維部分は第二の表面を包含する。

【選択図】 図 2 2

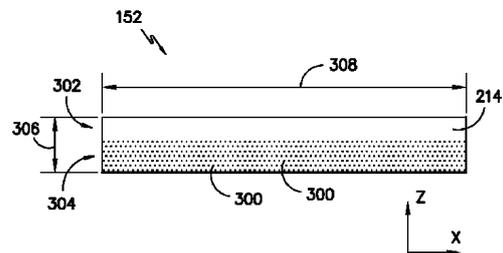


FIG. -22-

## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

ポリマー樹脂；及び

繊維強化ポリマー材料を形成するために前記ポリマー樹脂に包埋された複数の繊維を含む非対称テープであって、前記繊維強化ポリマー材料は、第一の表面と反対側の第二の表面とを含み、

前記繊維は富樹脂部分と富繊維部分とを形成するために繊維強化ポリマー材料中に配列され、前記富樹脂部分は、第一の表面を含み、前記富繊維部分は第二の表面を含む、前記非対称テープ。

## 【請求項 2】

前記富樹脂部分が樹脂を少なくとも75体積%を含む、請求項 1 に記載の非対称テープ。

## 【請求項 3】

前記富樹脂部分が樹脂を少なくとも95体積%を含む、請求項 1 に記載の非対称テープ。

## 【請求項 4】

前記繊維強化ポリマー材料が、約40%～約60%の繊維体積分率をもつ、請求項 1 に記載の非対称テープ。

## 【請求項 5】

前記繊維強化ポリマー材料が、約2%以下の空隙率をもつ、請求項 1 に記載の非対称テープ。

## 【請求項 6】

前記ポリマー樹脂が熱可塑性樹脂である、請求項1に記載の非対称テープ。

## 【請求項 7】

前記ポリマー樹脂がポリエーテルエーテルケトンである、請求項 1 に記載の非対称テープ。

## 【請求項 8】

前記繊維が炭素繊維である、請求項 1 に記載の非対称テープ。

## 【請求項 9】

前記熱可塑性樹脂がポリアミドである、請求項 1 に記載の非対称テープ。

## 【請求項 10】

前記繊維がS-ガラス繊維である、請求項 1 に記載の非対称テープ。

## 【請求項 11】

前記繊維がE-ガラス繊維である、請求項 1 に記載の非対称テープ。

## 【請求項 12】

少なくとも一つの繊維ロービングにポリマー樹脂で含浸させて、非対称テープを形成するためのシステムであって、前記システムは

含浸区分を含むダイを含み、前記含浸区分は前記ロービングに前記樹脂を含浸させるように構成されている含浸ゾーンを含み、前記含浸ゾーンは複数の接触面を含み；

ここで、前記含浸されたロービングを含み、且つ富樹脂部分と富繊維部分とを含むテープがダイを出る、前記システム。

## 【請求項 13】

前記複数の接触面との接触により、前記テープの前記富樹脂部分と前記富繊維部分が形成する、請求項 12 に記載のシステム。

## 【請求項 14】

前記複数の接触面との接触後に、前記ダイの中で前記含浸されたロービングの計量調節をしない、請求項 12 に記載のシステム。

## 【請求項 15】

前記富樹脂部分は、前記複数の接触面の最終接触面に対して、前記テープの断面積の遠位半分を構成し、前記富繊維部分は、前記最終接触面に対して前記テープの断面積の近位半分を構成する、請求項 12 に記載のシステム。

## 【請求項 16】

前記富樹脂部分は、前記複数の接触面の最終接触面に対して、前記テープの断面積の遠位半分を構成し、前記富繊維部分は、前記最終接触面に対して前記テープの断面積の近位半分を構成する、請求項 12 に記載のシステム。

10

20

30

40

50

その中を通して前記テープをローラーでならすための前記ダイの下流に配置されたローラーをさらに含む、請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 1 7】

前記複数の接触面との接触と、前記ローラーとの接触との間で前記含浸されたロービングの計量調節を実施しない、請求項 1 6 に記載のシステム。

【請求項 1 8】

前記複数の接触面は 2 ~ 5 0 個の接触面を含む、請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 1 9】

前記複数の接触面のそれぞれが曲線の接触面を含む、請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 2 0】

前記複数の接触面のそれぞれは、前記ロービングが 1 度 ~ 30 度の間の角度で前記接触面を横断するように構成されている、請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 2 1】

前記含浸ゾーンは波形の断面プロフィールをもつ、請求項 1 2 に記載のシステム。

【請求項 2 2】

少なくとも一つの繊維ロービングにポリマー樹脂を含浸させて非対称テープを形成するための方法であって、前記方法は、

ダイの複数の分岐ランナーを含むマニホールドアセンブリの中を通してポリマー樹脂を流し；

少なくとも一つの繊維ロービングを前記樹脂でコーティングし；

前記コーティングされたロービングを前記ダイの含浸ゾーンの中を通して横に移動させて、前記ロービングに前記樹脂を含浸させる、各段階を含み、

ここで、前記含浸されたロービングを含み、且つ富樹脂部分と富繊維部分とを含むテープが前記ダイを出る、前記方法。

【請求項 2 3】

前記横に移動させる段階は、複数の接触面と接触させることを含み、ここで前記複数の接触面との接触により、前記テープの前記富樹脂部分と前記富繊維部分とを形成する、請求項 2 2 に記載の方法。

【請求項 2 4】

含浸後に前記ダイの中で前記含浸されたロービングの計量調節を行わない、請求項 2 2 に記載の方法。

【請求項 2 5】

ローラーの中で前記テープをローラーでならすことをさらに含む、請求項 2 2 に記載の方法。

【請求項 2 6】

前記横に移動させる段階と前記ローラーでならす段階との間で前記含浸されたロービングの計量調節を行わない、請求項 2 2 に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0 0 0 1】

[0001]本出願は、「SYSTEM AND METHOD FOR IMPREGNATING FIBER ROBINGS」なる表題の 2011 年 12 月 9 日出願の米国特許仮出願シリアル番号第 61/569,045 号及び、「ASYMMETRIC FIBER REINFORCED POLYMER TAPE」なる表題の 2012 年 6 月 15 日出願の同第 61/660,189 号の権利を主張する。これらは全て、本明細書中、その全体が参照として含まれる。

【背景技術】

【0 0 0 2】

[0002]繊維ロービングは広範な用途で使用されてきた。たとえば、そのようなロービングは、繊維強化複合ロッド (fiber-reinforced composite rod) を成形するのに利用されてきた。このロッドは軽量の構造補強材として利用することができる。たとえば電力供給パイプライン (power umbilical) は、海底に設置された装置と海面との間の流体及び/または

10

20

30

40

50

電気シグナルの伝達で使用されることが多い。そのような供給パイプラインを強化し易くするために、別々の載荷部材(load carrying element)として引き抜き成形した炭素繊維ロッドを使用する試みがなされてきた。

【0003】

[0003]繊維ローピングの使用に特に向いている別の用途は、型材(profile)の成形である。型材は広範な断面形状をもつ引き抜き成形部品であり、窓の線(window lineal)、敷板(decking plank)、手すり(railing)、手すり子(baluster)、屋根タイル、羽目板(siding)、飾り板、パイプ、垣根、標柱(post)、信号、高速道路信号、路辺標示柱(roadside marker post)用の構造部材として使用することができる。中空型材は、樹脂の中を通して連続繊維ローピングを引張り(引き抜き成形(pultruding))、次いで引き抜き成形ダイの中で前記繊維強化樹脂を造形することによって成形されてきた。

10

【0004】

[0004]さらに、繊維ローピングは一般に、好適な繊維強化プラスチックなどを成形するための任意の好適な用途で利用することができる。当業界では一般的に公知のように、これらの用途で利用されるローピングは典型的には、ポリマー樹脂と組み合わされている。

【0005】

[0005]そのような多くのローピングの用途に関しては、繊維ローピングは、繊維強化テープを成形するのに使用される。このテープは、さらに加工されて、たとえば上記のようなロッド若しくは引き抜き成形部品を成形することができるか、それ自体を広範な用途で使用することができる。そのような特に有用な用途の一つは、たとえば石油・ガス業界などでの海中配管におけるものであり、ここではテープは海中用途で使用されるパイプ区分(pipe section)を強化するために使用される。

20

【0006】

[0006]しかしながら、現在公知のローピング及び、そのようなローピングを使用する用途には多くの重大な問題がある。たとえば、多くのローピングは、所望の強度特性を達成し易くするために、熱硬化性樹脂(たとえばビニルエステル)に依存している。熱硬化性樹脂は、製造の間に使用するのが困難であり、他の材料と一緒に層を成形するのに良好な結合特性をもっていない。さらに、他のタイプの用途で熱可塑性ポリマーと共にローピングを成形するための試みもなされてきた。たとえば米国特許公開第2005/0186410号(Bryantら)(特許文献1)は、送電ケーブルの複合コアを成形するために、炭素繊維を熱可塑性樹脂に埋め込む試みについて記載している。意外にもBryantらは、繊維が不十分に湿潤するため、これらのコアは傷やあれ(dry spot)を示し、これによって耐久性及び強度が低かったことに言及している。そのようなコアに関する別の問題は、熱可塑性樹脂は高温では操作できなかったということである。

30

【0007】

[0007]さらに、多くの用途、たとえば海中用途で使用される現在公知の繊維強化テープには問題がある。たとえば、テープは現行製品、たとえばパイプ区分の周囲に巻かれて、パイプ区分を強化することができる。しかしながら現在公知のテープは、十分な強化を提供するためにそのような製品と十分に結合することができない。

【0008】

[0008]それ故に、目下、改善された繊維強化テープ及び、ポリマー強化ポリマーテープを形成する方法に対する必要性が存在する。特に、改善された結合特性を提供するテープ方法に対する必要性が存在する。さらに、そのようなテープは特定の用途により要求されている所望の強度、耐久性、及び温度性能を提供することができる。

40

【先行技術文献】

【特許文献】

【0009】

【特許文献1】米国特許公開第2005/0186410号(Bryantら)

【発明の概要】

【0010】

50

[0009]本発明の一態様に従って、非対称テープ(asymmetric tape)を開示する。非対称テープは、ポリマー樹脂と、繊維強化ポリマー材料を形成するために前記ポリマー樹脂中に包埋された複数の繊維とを包含する。繊維強化ポリマー材料は、第一の表面と反対の(opposing)第二の表面とを包含する。繊維は、富樹脂部分(resin rich portion)と富繊維部分(fiber rich portion)とを形成するために、繊維強化ポリマー材料中に配置される。富樹脂部分は前記第一の表面を包含し、富繊維部分は前記第二の表面を包含する。

【0011】

[0010]本開示の別の態様に従って、非対称テープを形成するために少なくとも一つの繊維ロービングにポリマー樹脂を含浸させるシステムを開示する。本システムは、含浸区分を含むダイ(a die including an impregnation section)を包含する。この含浸区分は、ロービングに樹脂を含浸させるように構成された含浸ゾーンを包含する。含浸ゾーンは複数の接触面を含む。テープはダイを出て、このテープは含浸済ロービング(impregnated roving)を含み、且つ富樹脂部分と富繊維部分とを有する。

10

【0012】

[0011]本開示の別の態様に従って、非対称テープを形成するために、少なくとも一つの繊維ロービングにポリマー樹脂を含浸させるための方法を開示する。本方法は、ダイのマニホールドアセンブリ(manifold assembly)の中を通してポリマー樹脂を流すことを包含する。マニホールドアセンブリは、複数の分岐ランナーを包含する。本方法はさらに、少なくとも一つのロービングを樹脂でコーティングする、及び前記ロービングに樹脂を含浸させるために、ダイの含浸ゾーンの中を通してコーティング済ロービングを横に移動させる(traverse)、各段階を包含する。テープはダイを出て、このテープは含浸済ロービングを包含し、富樹脂部分と富繊維部分とを有する。

20

【0013】

[0012]本発明の他の特徴及び側面を、以下詳細に記載する。

【図面の簡単な説明】

【0014】

[0013]当業者にとってその最適形態を含む本発明の完全且つ権限を付与する開示は、付記図面を参照して、本明細書の以下の部分で詳細に説明する。

【図1】[0014]図1は、本開示で使用するための含浸システムの一態様の概略図である。

【図2】[0015]図2は、本開示で使用するためのダイの一態様の斜視図である。

30

【図3】[0016]図3は、本開示で使用するためのダイの一態様の反対側の斜視図である。

【図4】[0017]図4は、図2に示されているダイの断面図である。

【図5】[0018]図5は、本開示で使いえるダイのマニホールドアセンブリ及びゲート通路の一態様の分解図(exploded view)である。

【図6】[0019]図6は、本開示で使いえるマニホールドアセンブリの一態様の平面図である。

【図7】[0020]図7は、本開示で使いえるマニホールドアセンブリの別の態様の平面図である。

【図8】[0021]図8は、本開示で使いえるマニホールドアセンブリの別の態様の平面図である。

40

【図9】[0022]図9は、本開示で使いえるマニホールドアセンブリの別の態様の平面図である。

【図10】[0023]図10は、本開示で使いえるマニホールドアセンブリの別の態様の平面図である。

【図11】[0024]図11は、本開示で使いえるマニホールドアセンブリの別の態様の平面図である。

【図12】[0025]図12は、本開示で使いえる含浸ゾーンを少なくとも一部画定している第二の含浸プレートの一態様の斜視図である。

【図13】[0026]図13は、本開示で使いえる含浸ゾーンの一部の一態様の、図4に示されているような近接断面図である。

50

【図14】[0027]図14は、本開示で使いうる含浸ゾーンの一部の別の態様の近接断面図である。

【図15】[0028]図15は、本開示で使いうる含浸ゾーンの一部の別の態様の近接断面図である。

【図16】[0029]図16は、本開示で使いうる含浸ゾーンの一部の別の態様の近接断面図である。

【図17】[0030]図17は、本開示で使いうる含浸ゾーンの一部の別の態様の近接断面図である。

【図18】[0031]図18は、本開示で使いうる含浸ゾーンの下流の末端部分の一態様の、図4に示されているような、近接断面図である。

【図19】[0032]図19は、本開示で使いうるランドゾーンの一態様の斜視図である。

【図20】[0033]図20は、本開示で使いうるランドゾーンの別の態様の斜視図である。

【図21】[0034]図21は、本開示で使用するためのテープの一態様の斜視図である。

【図22】[0035]図22は、本開示で使用するためのテープの別の態様の断面図である。

【図23】[0036]図23は、本開示で使用するためのテープの別の態様の断面の顕微鏡画像である。

【0015】

[0037]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ものは、本発明の同一または類似の特徴または部材を示すことを目的とする。

【発明を実施するための形態】

【0016】

[0038]当業者は、この議論は単なる例示的な態様の記載であって、本発明のより広い側面を限定しようとするものではないことは理解すべきである。

【0017】

[0039]一般に、本開示は繊維強化ポリマーテープ及び前記繊維強化ポリマーテープを形成する方法に関する。特に本開示に従って形成した繊維強化テープは、好都合には富樹脂部分と富繊維部分とを包含する。テープが一般に非対称であるように、富樹脂部分はテープの一つの表面を含み、富繊維部分はテープのもう一方の反対面(opposing surface)を含む。前記富樹脂部分は好都合には、様々な用途で使用するために、テープとパイプなどの他の成分との改善された結合を好都合に促進することができる。この部分は樹脂に富んでいるので、別の成分との強化及び結合を可能にする温度まで比較的より効率的に加熱することができる。これによりそのより迅速かつ完全な結合を提供する。よりよい結合は通常、得られる成分に関して改善された強度などを提供する。富繊維部分は、テープを好都合に強化及び補強することができる。これにより、テープが結合される得られる成分に対して、さらに改善された強度などを提供する。

【0018】

[0040]本開示に従ったテープは、任意の他の好適なプロセスまたは装置を使用して形成することができる。本開示に従ったテープを形成するための好適なプロセス及び装置の例示的な態様、並びに例示的なテープを、以下詳細に記載する。

【0019】

[0041]本開示はさらに、繊維ロービングにポリマー樹脂を含浸させるためのダイ及び方法に関し、これにより繊維強化ポリマーテープを形成することができる。含浸繊維ロービング、及び得られるテープは、複合材料ロッド(composite rod)、型材(profile)、または任意の他の好適な繊維強化プラスチック用途で使うことができる。本発明に従ったダイは、一般に、マニホールドアセンブリ、含浸区分(impregnation section)に少なくとも部分的に画定された含浸ゾーン(impregnation zone)及びその間のゲート通路を包含する。マニホールドアセンブリはその中を通してポリマー樹脂を分配する。マニホールドアセンブリを出るとき、樹脂はゲート通路内及びその中を通して流れる。ロービングは、ゲート通路を出る際に、樹脂がロービングをコーティングするように、ダイの中を横に

10

20

30

40

50

移動する。樹脂でコーティングされた後、ロービングは含浸ゾーンの中を通過して横に移動し、その中で樹脂で含浸される。

【0020】

[0042]本発明のさらなる側面に従って、押出装置は、ロービングにポリマーを含浸させるためのダイと併せて使用することができる。中でも、押出装置は、以下に述べるように、ポリマーを繊維の全表面に適用する能力をさらに促進する。

【0021】

[0043]図1を参照すると、そのような押出装置の一態様が示されている。特に本装置は、パレル122の内部に据え付けられたスクリーシャフト124を含む押出機120を包含する。ヒーター130(たとえば電気抵抗ヒーター)を、パレル122の外側に据え付ける。使用の間は、ホッパー126の中を通過してポリマー供給原料127を押出機120に供給する。供給原料127はスクリーシャフト124によりパレル122内側に運ばれて、パレル122内の摩擦力とヒーター130により加熱される。加熱されると、供給原料127はパレルフランジ128の中を通過してパレル122を出て、含浸ダイ150のダイフランジ132に入る。

10

【0022】

[0044]連続繊維ロービング142または複数の連続繊維ロービング142は、単数または複数のリール144からダイ150に供給される。ロービング142は通常、一般に並べて(side-by-side)配置され、含浸前には隣接するロービングとの間の距離は最小~すぐ近く(no distance)である。供給原料127はさらに、ダイ150の中に、またはその周囲に据え付けられたヒーター133によりダイの内側で加熱することができる。ダイは一般に、ポリマーの適切な融解温度(melt temperature)をもたらす及び/または維持するのに十分な温度で操作し、これによってポリマーでロービングの所望のレベルを含浸することができる。典型的には、ダイの操作温度はポリマーの融解温度よりも高く、たとえば約200 ~ 約450 の温度である。このようにして加工すると、連続繊維ロービング142はポリマーマトリックス内に埋め込まれ、これは供給原料127から加工された樹脂214でありえる。次いでこの混合物は、湿潤複合体または押出物152として含浸ダイ150から出る。

20

【0023】

[0045]本明細書中で使用するように、「ロービング(roving)」なる用語は、一般に、個別(individual)繊維300の束をさす。ロービング内に含まれる繊維300は燃ることができるか、まっすぐであることができる。ロービングは、単一種の繊維(single fiber type)または異なる種類の繊維300を含むことができる。異なる繊維は個別ロービングに含まれるか、あるいは、ロービングのそれぞれが、異なる繊維種を含むことができる。ロービングで使用される連続繊維は、その質量に対して高度の引張り強さをもつ。たとえば、繊維の極限引張り強さ(ultimate tensile strength)は典型的には、約1,000~約15,000メガパスカル(MPa)であり、態様によっては約2,000MPa~約10,000MPaであり、及び態様によっては約3,000MPa~約6,000MPaである。そのような引張り強さは、繊維が比較的軽量、たとえば約0.05~約2グラム/メートル、態様によっては約0.4~約1.5グラム/メートルの単位長さ当たりの質量(mass per unit length)であっても達成することができる。引張り強さ対単位長さ当たりの質量の比はかくして、約1,000メガパスカル/グラム/メートル(MPa/g/m)以上であり、態様によっては約4,000MPa/g/m以上であり、及び態様によっては約5,500~約20,000MPa/g/mである。そのような高い引張り強さの繊維は、たとえば金属繊維、ガラス繊維(たとえばE-ガラス、A-ガラス、C-ガラス、D-ガラス、AR-ガラス、R-ガラス、S-ガラス、たとえばS1-ガラス若しくはS2-ガラスなど)、炭素繊維(たとえばアモルファス炭素、グラファイト炭素、若しくは金属-コーティング化炭素など)、ホウ素繊維、セラミック繊維(たとえばアルミナ若しくはシリカ)、アラミド繊維(たとえば、イー・アイ・デュポン・ドゥ・ヌムール、ウィルミントン、デラウェア(E.I.duPont de Nemours, Wilmington, Del.)により販売されているケブラー(Kevlar)(登録商標))、合成有機繊維(たとえばポリアミド、ポリエチレン、パラフェニレン、テレフタルアミド、ポリエチレンテレフタレート及びポリフェニレンスルフィド)、並びに熱可塑性及び/または熱硬化性組成物を強化することに関して公知の様々な他の天然または合成の無機または有機繊維状材料であ

30

40

50

りえる。炭素繊維は連続繊維として使用するのに特に好適であり、これは典型的には、約5,000~約7,000MPa/g/mの範囲の引張り強度対質量比をもつ。連続繊維は、約4~約35マイクロメートルの公称直径、態様によっては約9~約35マイクロメートルの公称直径をもつことが多い。各ローピングに含まれる繊維の数は一定であるか、ローピングごとに変動することがある。典型的には、ローピングは個別の繊維を約1,000本(fiber)~約50,000本、態様によっては約5,000本~約30,000本含む。

#### 【0024】

[0046]様々な熱可塑性または熱硬化性ポリマーのいずれかを使用して、連続繊維が埋め込まれるポリマーマトリックスを成形することができる。本発明で使用するのに好適な熱可塑性ポリマーとしては、たとえばポリオレフィン類(たとえばポリプロピレン、プロピレン-エチレンコポリマーなど)、ポリエステル類(たとえばポリブチレンテレフタレート(PBT))、ポリカーボネート、ポリアミド(たとえばPA12、Nylon(商標))、ポリエーテルケトン(たとえばポリエーテルエーテルケトン(PEEK))、ポリエーテルイミド、ポリアリーレンケトン(たとえばポリフェニレンジケトン(PPDK))、液晶ポリマー、ポリアリーレンスルフィド(たとえばポリフェニレンスルフィド(PPS)、ポリ(ビフェニレンスルフィドケトン)、ポリ(フェニレンスルフィドジケトン)、ポリ(ビフェニレンスルフィド)など)、フルオロポリマー類(たとえばポリテトラフルオロエチレン-パーフルオロメチルビニルエーテルポリマー、パーフルオロ-アルコキシアルカンポリマー、テトラフルオロエチレンポリマー、エチレン-テトラフルオロエチレンポリマーなど)、ポリアセタール、ポリウレタン、ポリカーボネート、スチレン性ポリマー(たとえばアクリロニトリルブタジエンスチレン(ABS))などを挙げるができる。

#### 【0025】

[0047]ポリマーマトリックスの特性は一般に、加工性及び性能の所望の組み合わせを達成するように選択される。たとえば、ポリマーマトリックスの熔融粘度は通常、ポリマーが繊維を好適に含浸できるように十分に低い。この点において、熔融粘度は典型的には、ポリマーに関して使用される操作条件(たとえば約360 )で測定して、約25~約5,000パスカル-秒(Pascal-second: Pa-s)、態様によっては25~約1,000Pa-s、態様によっては約50~約500Pa-s、及び態様によっては約60~約200Pa-sを変動する。同様に、高温を含む用途で含浸済ローピングを使用しようとするときは、比較的高い融解温度を持つポリマーを使用する。たとえばそのような高温ポリマーの融解温度は、約200 ~約500 、態様によっては約225 ~約400 、及び態様によっては約250 ~約350 を変動しえる。

#### 【0026】

[0048]圧力センサ137(図2及び3)は含浸ダイ150の近くの圧力を検知して、スクリーシャフト124の回転速度、またはフィーダーの供給速度を制御することにより、押出速度を制御できるようにする。すなわち、押出機120が繊維ローピング142との相互作用に関して正確な量の樹脂214を送達するために操作できるように、圧力センサ137は含浸ダイ150の近く、たとえばマニホールドアセンブリ220の上流に配置される。含浸ダイ150を離れた後、繊維含浸ポリマー材料を含みえる押出物またはテープ152は、任意選択の予備造形若しくは誘導区分(示されていない)及び/または予熱装置に入り、押出物の温度を制御したのち、二つの隣接するローラー190の間に形成されたニップに入ることができる。任意選択であるが、ローラー190はテープ152を最終テープ形に強化(consolidate)し、並びに繊維の含浸を促進して、過剰の空隙を絞り出しやすくできる。ローラー190に加えて、他の造形装置、たとえばダイシステムも使用することができる。得られた強化テープ156はローラー上に据え付けられたトラック162と164により引っ張られる。トラック162及び164も、含浸ダイ150から、及びローラー190の中を通してテープ152を引っ張る。所望により、強化テープ156は区分171で巻き取ることができる。一般的に言えば、得られるテープは比較的薄く、典型的には約0.05~約1ミリメートル、態様によっては約0.1~約0.8ミリメートル、態様によっては約0.1~約0.4ミリメートル、及び態様によっては約0.2~約0.4ミリメートルの厚さを有する。

#### 【0027】

50

[0049]本開示に従ったダイ150の一態様の斜視図は、図2及び3に示されている。示されているように、樹脂214は、樹脂の流れ方向244により示されているようにダイ150の中に流れる。樹脂214はダイ150の中に分配され、そしてローピング142と相互作用する。ローピング142はローピング走行方向282でダイ150の中を横に移動され、そして樹脂214でコーティングされる。次いでローピング142は樹脂214で含浸されて、これらの含浸済ローピング142はテープ152としてダイ150を出る。

【0028】

[0050]含浸ダイの中では、ローピングにポリマー樹脂214を含浸させるために、含浸ゾーン250の中を横に移動するのが一般に、好ましい。含浸ゾーン250では、ポリマー樹脂は一般に、含浸ゾーン250に作り出された剪断力と圧力とによりローピングの中を横方向に押し進められて、これにより含浸の程度を大きく増進させる。これは、高い繊維含有量、たとえば約35%重量分率(weight fraction: Wf)以上、及び態様によっては約40%Wf以上のテープから複合体を成形する際に特に有用である。典型的には、ダイ150は複数の接触面252、たとえば少なくとも2つ、少なくとも3つ、4~7つ、2~20、2~30、2~40、2~50、またはより多くの接触面252を含んで、ローピング142上に十分な程度の浸透力及び圧力を作り出す。これらの特有の形状は変動することができるが、接触面252は典型的には、湾曲した突出部片(curved lobe)、ピンなどの曲線のある表面をもつ。接触面252も典型的には、金属材料から製造される。

【0029】

[0051]図4は、含浸ダイ150の断面図を示す。示されているように、含浸ダイ150は、マニホールドアセンブリ220及び含浸区分を含む。含浸区分は、含浸ゾーン250を含む。態様によっては、含浸区分はさらに、ゲート通路270を含む。マニホールドアセンブリ220は、その中を横に流れるように設けられている。たとえばマニホールドアセンブリ220は、チャンネル222または複数のチャンネル222を含むことができる。含浸ダイ150に提供される樹脂214は、チャンネル222の中を流れることができる。

【0030】

[0052]図5~11に示されているように、例示的な態様では、チャンネル222のそれぞれの少なくとも一部は曲線をなすことができる。曲線部分によって、マニホールドアセンブリ220の中を流れる樹脂214を分配するために様々な方向に樹脂214を比較的滑らかに向けなおす(redirection)ことができ、チャンネル222の中を流れる樹脂214を比較的滑らかに流すことができる。あるいは、チャンネル222は線状であり、樹脂214を向けなおすのは、チャンネル222の直線部分の間の比較的角張った移行領域によることができる。さらにチャンネル222は、任意の好適な形状、サイズ及び/または輪郭を有することができる。と理解すべきである。

【0031】

[0053]図5~11に示されているように、例示的な態様では、複数のチャンネル222は複数の分岐ランナー(branched runner)222でありえる。ランナー222は、第一の分岐ランナー群232を含むことができる。前記第一の分岐ランナー群232は、樹脂214をマニホールドアセンブリ220に提供する最初の単数または複数種類のチャンネル222から分岐している(branch off)複数のランナー222を含む。第一の分岐ランナー群232は、最初のチャンネル222から分岐する2つ、3つ、4つまたはそれ以上のランナー222を含むことができる。

【0032】

[0054]所望により、ランナー222は、図5及び7~11に示されているように、第一の分岐ランナー群232から分岐する(diverge from)第二の分岐ランナー群234を含むことができる。たとえば、第二の分岐ランナー群234からの複数のランナー222は、第一の分岐ランナー群232の一つ以上のランナー222から分岐することができる。第二の分岐ランナー群234は、第一の分岐ランナー群232のランナー222から分岐する2つ、3つ、4つ以上のランナー222を含むことができる。

【0033】

[0055]所望により、ランナー222は、図5及び8~9に示されているように、第二の分

10

20

30

40

50

岐ランナー群234から分出する第三の分岐ランナー群236を含むことができる。たとえば、第三の分岐ランナー群236からの複数のランナー222は、第二の分岐ランナー群234の一つ以上のランナー222から分岐することができる。第三の分岐ランナー群236は、第二の分岐ランナー群234のランナー222から分岐する2つ、3つ、4つ以上のランナー222を含むことができる。

【0034】

[0056]図5～11に示されているように、幾つかの例示的な態様によっては、複数の分岐ランナー222は、中心軸224に沿って対称の位置づけになっている。分岐ランナー222及びその対称の位置づけは、一般に、マニホールドアセンブリ220を出て、ローピング142をコーティングする樹脂214の流れが実質的にローピング142上に均一に分配されるような具

10

【0035】

[0057]さらに、マニホールドアセンブリ220は、態様によっては出口領域242を画定する。出口領域242は、樹脂214がマニホールドアセンブリ220を出るマニホールドアセンブリ220のその部分である。従って、出口領域242は、一般に、樹脂214が出るチャンネルまたはランナー222の少なくとも下流部分を含む。態様によっては、図5～10に示されているように、出口領域242に配置されたチャンネルまたはランナー222の少なくとも一部は、樹脂214の流れ方向244の領域(area)が次第に増加する。領域が次第に増加すると、樹脂214がマニホールドアセンブリ220の中を流れて流れるにつれて樹脂214を拡散でき、より分配

20

【0036】

[0058]図5～9に示されているように、態様によっては、出口領域242に配置されたチャンネルまたはランナー222のそれぞれは、そこから流れる樹脂214が、出口領域242に配置された他のチャンネルまたはランナー222からの樹脂214と混和する(combine)ように配置される。出口領域242に配置された様々なチャンネルまたはランナー222からの樹脂214が混和することにより、マニホールドアセンブリ220から樹脂214の単一且つ均一に分配した流れ

30

【0037】

[0059]図4に示されているように、出口領域242に配置されたチャンネルまたはランナー222の少なくとも一部は、曲線の断面プロフィールをもつ。これらの曲線プロフィールにより、樹脂214は、チャンネルまたはランナー222からローピング142の方へ、一般に、徐々に下向きに向けることができる。あるいは、これらのチャンネルまたはランナー222は、任意の好適な断面プロフィールをもつことができる。

40

【0038】

[0060]図4及び5にさらに示されているように、マニホールドアセンブリ220の中を流れて流れた後、樹脂214はゲート通路270の中を流れることができる。ゲート通路270はマニホールドアセンブリ220と含浸ゾーン250との間に配置され、樹脂214がローピング142をコーティングするように、マニホールドアセンブリ220から樹脂214を流すために設けられる。従って、たとえば出口領域242の中を流れてマニホールドアセンブリ220を出る樹脂214は、ゲート通路270に入り、その中を流れることができる。

50

## 【 0 0 3 9 】

[0061] 図 4 に示されているように、態様によっては、ゲート通路270は、マニホールドアセンブリ220と含浸ゾーン250との間を垂直に伸長する。しかしながら、あるいはゲート通路270は、樹脂214がその中を通して流れるように、垂直と水平との間の任意の好適な角度で伸長することができる。

## 【 0 0 4 0 】

[0062] さらに図 4 に示されているように、態様によっては、ゲート通路270の少なくとも一部は、樹脂214の流れ方向244で断面プロファイルが縮小する。ゲート通路270の少なくとも一部がテーパ状になっていると、その中を通して流れる樹脂214の流速が増加してからロービング142と接触できるので、ロービング142上で樹脂214を衝突 (impinge) させることができる。樹脂214によるロービング142の初期衝突により、以下に記載するように、ロービングのさらなる含浸を提供する。さらに、ゲート通路270の少なくとも一部をテーパ状にすることにより、ゲート通路270とマニホールドアセンブリ220の背圧を増加することができる。これにより樹脂214がより均一に分配して、ロービング142をコーティングすることができる。あるいは、ゲート通路270は、所望によりまたは必要により、増加する断面プロファイルまたは、一般に一定の断面プロファイルをもつことができる。

## 【 0 0 4 1 】

[0063] 図 4 に示されているように、ダイ150のマニホールドアセンブリ220及びゲート通路270を出ると、樹脂214は、ダイ150の中を通して横に移動するロービング142と接触する。上記のように、マニホールドアセンブリ220及びゲート通路270に樹脂214が分配されるため、樹脂214はロービング142を実質的に均一にコーティングすることができる。さらに態様によっては、樹脂214は、ロービング142のそれぞれの上部表面、またはロービング142のそれぞれ下部表面、またはロービング142それぞれ上部及び下部表面の両方に衝突することができる。ロービング142上で最初に衝突することによって、さらにロービング142に樹脂214を含浸させる。ロービング142上での衝突は、樹脂がロービング142に衝突するときは樹脂214の速度、樹脂がマニホールドアセンブリ220若しくはゲート通路270を出るときはロービング142の樹脂214への近接性、または他の様々な変数により促進することができる。

## 【 0 0 4 2 】

[0064] 図 4 に示されているように、コーティング済ロービング142は、含浸ゾーン250の中を通して走行方向282に横に移動する。含浸ゾーン250は、たとえばその間に配置されたゲート通路270の中を通してマニホールドアセンブリ220と流体連通している。含浸ゾーン250は、ロービング142に樹脂214を含浸させるように構成されている。

## 【 0 0 4 3 】

[0065] たとえば上述のように、図 4 及び 1 2 ~ 1 8 に示されているように例示的態様においては、含浸ゾーン250は複数の接触面252を包含する。ロービング142は、含浸ゾーンの接触面252上を横に移動する。接触面252上にロービング142が衝突すると、ロービング142をコーティングする樹脂214をロービング142に含浸させるのに十分な剪断力と圧力を生み出す。

## 【 0 0 4 4 】

[0066] 図 4 に示されているように、態様によっては、含浸ゾーン250は、二つの相隔たって対向する (opposing) プレート256と258の間に画定され、これは含浸区分に含まれる。第一のプレート256は第一の内部表面257を画定し、第二のプレート258は第二の内部表面259を画定する。含浸ゾーン250は第一のプレート256と第二のプレート258との間に画定される。接触面252は、第一及び第二の内部表面257と259の両方の上で画定されるか、若しくはその両方から伸長するか、または第一及び第二の内部表面257と259の一方の上で画定されるか、若しくはそこから伸長することができる。

## 【 0 0 4 5 】

[0067] 図 4、1 3、1 5 ~ 1 8 に示されているように、例示的な態様では、接触面252は、ロービングが第一及び第二の表面257と259の上の接触面252上で交互に衝突するよう

10

20

30

40

50

に、第一及び第二の表面257と259上で交互に画定することができる。かくして、ローピング142は、波形、蛇行(tortuous)または正弦曲線型の通路で接触面252を通過して、これにより剪断力を増強する。

【0046】

[0068]ローピング142が接触面252を横断する角度254は、一般に剪断力及び圧力を増強するのに十分に大きくてもよいが、繊維を破壊する過剰な力をもたらすほど大きくてはいけない。かくして、たとえば角度254は約1°～約30°の範囲、態様によっては約5°～約25°の範囲でありえる。

【0047】

[0069]上記のように、接触面252は典型的には、湾曲した突出部片(curved lobe)、ピンなどの曲線のある表面をもつ。示されている例示的な態様では、接触面252を形成し得る、複数の峰部(peak)と、かくして谷部(valley)とが画定される。さらに多くの例示的な態様では、含浸ゾーン250は波形の断面プロフィールをもつ。図4、13及び18に示されているように例示的な一態様では、接触面252は第一及び第二のプレート256及び258の両方の波形表面の一部を形成し、且つ波形の断面プロフィールを画定する突出部(lobe)である。図12は、これらの態様の幾つかに従った含浸ゾーン250の少なくとも一部を形成する、その上の第二のプレート258及び様々な接触面の一態様を示す。

【0048】

[0070]図14に示されているように他の態様では、接触面252は、第一または第二のプレート256または258のたった一方の波形表面の一部を形成する突出部である。これらの態様において、衝突は、一つのプレートの表面上の接触面252の上でのみ起きる。もう一つのプレートは、一般に平坦であるか、またはコーティング済ローピングと相互作用が全くおきないように形作ることができる。

【0049】

[0071]他の態様では、図15～17に示されているように、含浸ゾーン250は、複数のピン(またはロッド)260を含むことができ、それぞれのピンは接触面252をもつ。ピン260は、図15及び16に示されているように固定(static)されているか、自由回転であるか(示されていない)、または図17に示されているように、回転駆動でありえる。さらにピン260は、図15に示されているように、含浸ゾーンを画定しているプレート表面に直接据え付けることができるか、または図16及び17に示されているように表面から隔てる

【0050】

[0072]さらなる態様では、接触面252及び含浸ゾーン250は、所望により若しくは必要により、ローピング142に樹脂214を含浸させるための任意の好適な形状及び/または構造体を含むことができる。

【0051】

[0073]記載されたように、本開示に従った含浸ゾーン250の中を通過して横に移動されるローピング142は、樹脂214によって含浸されるようになって、含浸済ローピング142が得られ、そして少なくとも一つのローピング142を含むテープ152となり、走行方向282の接触面252の下流などの含浸ゾーン250を出る。上記のように、含浸ゾーン250を出るテープ152は繊維含浸ポリマー材料から形成される。上記のように、少なくとも一つの繊維ローピング142はポリマー樹脂214の内部に含まれて、繊維含浸ポリマー材料と得られるポリマーテープ152を形成することができる。さらに本開示の例示的な態様では、そのようなテープ152は富樹脂部分302及び富繊維部分304とを含むことができ、非対称テープ(asymmetric tape)152でありえる。

【0052】

[0074]さらに、例示的な態様では、本開示のダイ150の内部における、及びダイ150から出た非対称テープ152の形成及び保持(maintenance)は、ダイ150から面板(face plate)が

10

20

30

40

50

欠如(lack)することまたはダイ150からこれを除去することにより容易にすることができる。従来公知のダイ150では、面板は走行方向282の含浸ゾーン250の下流に配置することができ、ロービング142から過剰量の樹脂214を計量調節(meter)するように構成することができる。そのような樹脂214を計量調節することにより、含浸済ロービング142から富樹脂部分302に含まれる樹脂214を除去でき、これによりダイ150を出る含浸済ロービング142がテープ156を形成するために非対称にならないように及び含浸済ロービング142をさらに処理する必要性が起きないようにする。従って、本開示に従ってそのような面板を除去することにより、そのような計量調節をしないようにして、非対称テープ152の製造を容易にする。さらに、面板を除去するとさらに好都合な点を提供することができる。たとえば、除去することによって面板が樹脂214で詰まらないようにすることができる。面板が詰まると、ロービング142がその中を通して横に移動するのを中断させかねない。さらに、除去することによって、含浸ゾーン250へより容易にアクセスすることができ、始動の間、ロービング142の破壊のためなどにより一時的に途絶された後、または他の任意の好適な期間の間に、ロービング142を含浸ゾーン250に導入及び再導入するのをより容易にすることができる。さらに、面板を除去することによって、ダイ150を出る複数のロービング142は、面板の中を通して計量調節することに起因して分離ロービング(separated roving)142としてではなく、単一のシートまたはテープ152として出ることができる。これは潜在的に、後でこれらのロービング142をそのようなシートまたはテープ156に形成する必要性を排除するかもしれない。

10

20

30

40

50

#### 【0053】

[0075]図4、18及び21～23は、本開示に従った非対称テープ152の態様を示す。上記のように、そのようなテープ152は富樹脂部分302及び富繊維部分304を包含することができる。態様によっては、テープ152は、単に富樹脂部分302と富繊維部分304からなる。本開示に従ったテープ152は、さらに、たとえば第一の表面312と反対側の第二の表面304を包含することができる。たとえば、第一の表面312は、テープ152、156が結合している成分に面し、且つ接触する表面でありうる。これらの富樹脂部分302と富繊維部分304は、態様によっては、断面として見られるときなどは、テープ152のそれぞれの半分(respective halves)として画定することができる。たとえば、テープ152は最大高さ306(第一の外径(major diameter)でありうる)及び最大幅308(第二の垂直方向(perpendicular)または小径(minor diameter)でありうる)を有することができる。高さ306は、第一の表面312と第二の表面314との間に伸長するものとして画定することができる。高さ306は、最終接触面310と接触するテープ152に含まれるロービング142の部分から含浸領域250にあるときにテープ152に関してさらに画定されえる。この最終接触面310は、これがロービング142に関して含浸領域250における接触の最終点であるように、走行方向282において最も遠い下流接触面252でありうる。態様によっては、富樹脂部分302は、幅308の全てにわたって高さ306の1/2以内にロービング142のその部分を含むことができ、富繊維部分304は、幅308の全てにわたって高さ306のもう一つの1/2以内にロービング142のその部分を含むことができる。例示的な態様では、たとえば富樹脂部分302は、最終接触面310から遠位である1/2を包含し、かくして最終接触面310に対して断面積の遠位半分(distal half)を包含する。これらの態様において、富繊維部分304は最終接触面310に対して近位にある1/2を包含(最終接触面310と接触する部分を包含)し、かくしてその最終接触面310に対して断面積の近位半分(proximal half)を包含する。

#### 【0054】

[0076]他の態様において、富樹脂部分302及び富繊維部分304は、上記のテープ152の半分以上、または半分未満としてみなされえる。たとえば、富樹脂部分302は、テープ152の半分未満、たとえば幅308にわたって高さ306の約5%、10%、20%、30%、または40%以下などでありうる。富繊維部分302は、幅308にわたって高さ306の約95%、90%、80%、70%または60%以上でありうる。

#### 【0055】

[0077]本開示に従った富樹脂部分302は、繊維300よりも比較的より多い樹脂214を含む

ことができ、富繊維部分304は、樹脂214よりも比較的より多い繊維300を含むことができる。態様によっては、そのような比は、テープ152の体積ベース(per volume basis)、またはテープ152の断面の表面積ベース(per surface area basis)で計算することができる。これらの態様では、そのような比は、さらにその体積を使用して、または複数の断面を使用して、テープ152の全てまたは一部にわたって、たとえばテープ152の長さの全てまたは一部にわたって平均として計算することができる。

【0056】

[0078]たとえば、態様によっては、富樹脂部分302は、樹脂214の総量の少なくとも約60%、65%、70%、75%、80%、85%または任意の好適な割合、範囲、またはサブレンジ(sub-range)を包含しえる。総量は、富樹脂部分302と富繊維部分304の両方の量を含むことができる。他の態様では、富樹脂部分302中の樹脂214対繊維300の比は、少なくとも約1.2対1、1.6対1、2対1、2.4対1、2.8対1、3.2対1、3.6対1、4.0対1または任意の好適な比、範囲またはそのサブレンジでありうる。上記のように、総量または比は、体積ベースで、またはテープ152の断面積に関して表面積ベースで計算することができる。

10

【0057】

[0079]さらに態様によっては、富繊維部分304は、繊維300の総量の少なくとも約60%、65%、70%、75%、80%、85%または任意の好適な割合、範囲、またはサブレンジを包含しえる。総量は、富樹脂部分302と富繊維部分304の両方の量を含むことができる。他の態様では、富繊維部分304中の繊維300対樹脂214の比は、少なくとも約1.2対1、1.6対1、2対1、2.4対1、2.8対1、3.2対1、3.6対1、4.0対1または任意の好適な比、範囲またはそのサブレンジでありうる。上記のように、総量または比は、体積ベースで、またはテープ152の断面積に関して表面積ベースで計算することができる。

20

【0058】

[0080]さらに、またはあるいは、態様によっては富樹脂部分302は、少なくとも約75%、80%、85%、90%、95%、100%または任意の好適な割合、範囲、またはそのサブレンジの割合の樹脂214(a percentage resin)(富樹脂部分302中の樹脂に含まれる繊維300とは対照的に)を包含しえる。そのような割合は、体積ベースまたは、テープ152の断面積に関して表面積ベースで計算することができる。

【0059】

[0081]態様によっては、顕微鏡は、富樹脂部分302と富繊維部分304の存在を測定する際に特に有用であるかもしれない。富樹脂部分302と富繊維部分304をもつ任意の非対称テープ152の一態様の顕微鏡画像を図23に示す。たとえば、テープ152の断面は、富樹脂部分302と富繊維部分304の存在を測定するために顕微鏡を使用して分析することができる。そのような方法は、富樹脂部分302がテープ152の半分未満、たとえば高さ305の約5%、10%、20%以下であり、且つさらに少なくとも約75%、80%、85%、90%、95%、100%の割合の樹脂214(a percentage resin)(富樹脂部分302中の樹脂に含まれる繊維300とは対照的に)を含むものなど、繊維300が比較のない態様で特に有用である。

30

【0060】

[0082]本開示に従ったテープ152は、任意の好適な断面形状及び/またはサイズを有することができる。たとえば、そのようなテープ152は、一般に長方形か、または一般に楕円若しくは円形若しくは任意の好適な多角形若しくは他の形状を有することができる。さらに、含浸ゾーン250の中を通過して横に移動されている一つ以上の含浸済ローピング142は、そのようなテープ152を形成するために結合された様々なローピング142の樹脂214と一緒に、テープ152を形成できると理解すべきである。上記の様々な量、範囲及び/または比は、例示的な態様では、樹脂214の中に包埋され、一般に分散された任意の好適な数の含浸済ローピング142をもつテープ152に関して決定することができる。

40

【0061】

[0083]たとえば図4及び18に示されているように、非対称テープ152は、含浸ゾーン250において、ローピング142と複数の接触面252との接触により形成することができる。特

50

に、最終接触面310との接触により、非対称テープ152と、その富樹脂部分302と富繊維部分304とを形成することができる。樹脂214とその中の繊維300を含むテープ152と最終接触面310との接触によって、接触面310と接触するテープ152とその中のロービング142から樹脂214を取り除き、従って富繊維部分304からかかる樹脂214を取り除き、他方でその中にロービング142を含浸させて、富樹脂部分302の中に樹脂214を残したままにする。富樹脂部分302と富繊維部分304とを形成するためのそのような接触は、態様によっては、面板の除去または欠如(lack)によりさらに容易にすることができ、これによって上記のように好適且つ好ましい角度でロービング142を最終接触面310を横に移動させることができ、さらに含浸ポリマー材料が含浸ゾーン250を出るときに、テープ152が形成するように、ロービング142を取り囲んでいる樹脂214を結合させることができる。

10

#### 【0062】

[0084]上記のように、面板または別の方法などによって、複数の接触面252と接触後に、ダイ150で本開示に従った含浸済ロービング142を計量調節しなくてもよい(no metering)。特に、最終接触面310との接触後に計量供給しなくてもよい。従って、含浸ゾーンを出る含浸済ロービング142は、テープ152を形成することができる。さらに態様によっては、本開示のシステムは、さらにローラー190を含むことができる。ローラー190はダイ150の下流に配置することができ、上記のようにその中含浸済ロービング142とテープ152をローラーでならず(roll)ためにシステム内に提供することができる。態様によっては、含浸済ロービング142による複数の接触面252との接触と、含浸済ロービング142によるローラー190との接触の間で、含浸済ロービング142を計量調節しなくてもよい。しかしながら他の態様では、ダイ150中及び/または下流で計量調節してもよい。そのような計量調節は、その中を通して計量調節することでロービング142とテープ152の非対称分布を取り除かないように設計された面板または他の好適な装置により実施することができる。

20

#### 【0063】

[0085]ロービング142の含浸をさらに容易にするために、これらはダイ150の中に、特に含浸ゾーン250の中に存在する間に張力下に保持することができる。たとえば張力は、約5~約300ニュートン、態様によっては約50~約250ニュートン、及び態様によっては約100~約200ニュートン/ロービング142またはファイバートウでありえる。

#### 【0064】

[0086]図4及び図19及び20に示されているように、態様によっては、ランドゾーン280は、ロービング142の走行方向282の含浸ゾーン250の下流に配置することができる。ロービング142は、ダイ150を出る前にランドゾーン280の中を横に移動することができる。図19に示されているように、態様によっては、ランドゾーン280の少なくとも一部は、ランドゾーン280の面積が増加するように、走行方向282において増加する断面プロフィールをもつことができる。増加する部分は、ロービング142がダイ150を出やすくするように、ランドゾーン280の下流部分でありえる。あるいは、その断面プロフィール若しくは任意の部分は、減少してもよいし、また図20に示されているように一定のままであってもよい。

30

#### 【0065】

[0087]さらに、他の成分を場合により使用して、繊維の含浸を助けることができる。たとえば、「ガスジェット」アセンブリを特定の態様で使用して、個別の繊維のロービングを均等に散布しやすくすることができ、これは合体させたトウの幅全体にわたって、24,000本もの繊維まで含むことができる。これにより強度特性を均等に分散させるのに役立つ。そのようなアセンブリとしては、出口ポートを通過する移動ロービング上に一般に、垂直様式で衝突する圧縮空気または他の気体の供給を含むことができる。次いで散布したロービングを、上記のように含浸させるためにダイに導入することができる。

40

#### 【0066】

[0088]本開示に従った非対称テープ152及びロービング142は、上記に記載のようなダイ150及び他の装置で形成する必要はないことは理解すべきである。そのようなダイ150は、非対称テープ152及びロービング142を形成するための好適な装置の例として単に開示されて

50

いるにすぎない。非対称テープ152及びローピング142を形成するための任意の好適な装置及びプロセスの使用は、本開示の趣旨及び範囲内である。

【0067】

[0089]本開示に従ったダイ及び方法を使用して得られる非対称テープ152は、非常に低い空隙率(void fraction)をもつことができ、これによりその強度を高めやすくする。たとえば、空隙率は約3%以下、態様によっては約2%以下、態様によっては約1.5%以下、態様によっては1%以下、及び態様によっては約0.5%以下である。空隙率は、当業者に公知の方法を使用して測定することができる。たとえば空隙率は、サンプルをオープン(たとえば約600 で3時間)に設置して樹脂を燃やし尽くす、「樹脂燃焼(resin burn off)」試験を使用して測定することができる。次いで、残った繊維の質量を測定して、重量と体積分率(volume fraction)を計算することができる。そのような「燃焼」試験は、ASTM D 2584-08に従って実施して、繊維とポリマーマトリックスの重量を測定することができ、次いでこれを使用して、以下の等式：

10

【0068】

【数1】

$$V_f = 100 * (\rho_t - \rho_c) / \rho_t$$

【0069】

{式中、 $V_f$ は百分率としての空隙率である；

$\rho_c$ は、公知方法、たとえば液体または気体比重瓶法(pycnometer)(たとえばヘリウム比重瓶法)を使用して測定した複合体の密度である；

20

$\rho_t$ は、複合体の理論密度であり、以下の等式より決定される：

【0070】

【数2】

$$\rho_t = 1 / [W_f / \rho_f + W_m / \rho_m]$$

【0071】

( $\rho_m$ はポリマーマトリックスの密度である(たとえば好適な結晶度における)；

$\rho_f$ は繊維の密度である；

$W_f$ は繊維の重量分率である；及び

30

$W_m$ はポリマーマトリックスの重量分率である)}をベースとした「空隙率」を計算することができる。

【0072】

[0090]あるいは、空隙率は、ASTM D 3171-09に従って樹脂を化学的に溶解させることによって測定することができる。「燃焼」及び「溶解」法は、通常、融解及び化学溶解に耐性であるガラス繊維に特に適している。しかしながら他の場合には、空隙率は、ASTM D 2734-09(方法A)に従ってポリマー、繊維、及びテープの密度をベースとして間接的に計算することができ、ここで密度はASTM D792-08方法Aにより測定することができる。もちろん、空隙率は慣用の顕微鏡装置を使用して見積もることができる。

【0073】

40

[0091]上記のように、含浸ダイ150を出た後、含浸済ローピング142は、テープ152を形成することができ、このテープは強化テープ156に強化することができる。それぞれのテープ152、156で使用されるローピング数は変動しえる。しかしながら、通常、テープ152、156は2~20個のローピングを含み、態様によっては2~10個のローピング、態様によっては3~5個のローピング、態様によっては2~80個のローピング、態様によっては10~60個のローピング、態様によっては20~50個のローピングを含むことができる。態様によっては、ローピングは、テープ152の中で互いにおおよそ同一距離を離して配置されるのが望ましい。しかしながら他の態様では、ローピングの繊維が、テープ152の中に、たとえば上記のように富樹脂部分と富繊維部分の中にくまなく均一に分散されるように、混和されるのが望ましい。これらの態様では、ローピングは一般に互いに区別がつかず、通常、

50

非対称テープ152は複数のローピングから形成することができる。たとえば図2 1 ~ 2 3を参照すると、テープ152は、繊維が一般にその富繊維部分の中に均一に分配されるように混和されているローピングを含むテープ152の一態様が示されている。

【0074】

[0092]比較的高い割合の繊維をテープ及びその繊維強化熱可塑性材料で使用して、改善された強度特性を提供することができる。たとえば、繊維は典型的には、そのテープまたは材料の約25重量% ~ 約80重量%、態様によっては約25重量% ~ 約90重量%、態様によっては約30重量% ~ 約75重量%、態様によっては約30重量% ~ 約70重量%、及び態様によっては約35重量% ~ 約60重量%を構成する。同様に(単数または複数種類の)ポリマーは典型的には、テープ152、156の約20重量% ~ 約75重量%、態様によっては約25重量% ~ 約70重量%、態様によっては約30重量% ~ 約65重量%、及び態様によっては約40重量% ~ 約65重量%を構成する。そのような繊維の割合は、さらにまたはあるいは、体積分率として測定されえる。たとえば、態様によっては繊維強化熱可塑性材料は、約25% ~ 約80%、態様によっては約30% ~ 約70%、態様によっては約40% ~ 約60%、及び態様によっては約45% ~ 約55%の繊維体積分率を有しえる。

10

【0075】

[0093]本開示に従って形成したテープ152、156は、態様によっては含浸ダイ150から直接、引き抜きシステムに供給することができるか、スピンドルまたは他の好適な貯蔵装置から供給することができる。張力調節装置を使用して、引き抜きシステムから引き取るにつれて、テープ内の張力度を制御し易くすることができる。テープを加熱するための装置にオープンを供給することができる。次いでテープを強化ダイに供給することができ、この強化ダイは、リボンと一緒にプレフォーム(preform)に圧縮し、並びに整列し、ロッドなどの所望の製品の初期形状を成形するように操作することができる。所望により、プレフォームを最終形状に圧縮する、第二のダイ(たとえばキャリブレーションダイ)も使用することができる。ダイの間及び/またはいずれかのダイの後に冷却システムをさらに組み入れることができる。下流の引き取り装置は、システムの中を通して製品を引っ張るために配置することができる。

20

【0076】

[0094]本開示に従って形成したテープ152、156は、様々な好都合な特性をもつ。特に上記のように、富樹脂部分302により、パイプなどの他の成分とより効率的且つより強い結合が可能になるので、これらの成分の改善された強化を提供することができる。さらに上記のように、特に面板のないダイ150において、テープ152、156を形成すると、厚さ及び繊維面積重量(fiber areal weight)を好都合に制御することができる。たとえば、テープ中のローピング総数(count)を一度に一つ以上のローピングで調節して、所望の繊維面積重量及び厚さを得ることができる。これらの特徴の制御は、テープ152、156が様々な用途によって要求されるように好適な柔軟性を保持できるようにするためには特に重要である。

30

【0077】

[0095]さらに、本開示に従って形成した繊維強化熱可塑性材料に含まれる様々な添加剤の酸化は、富樹脂部分302の変色により好都合に識別することができる。そのような識別により、材料のこれらの部分を除去することが可能である。

40

【0078】

[0096]本開示はさらに、繊維強化ポリマーテープを形成する方法に関し、これは例示的な態様では、富樹脂部分302と富繊維部分304部分とを有する非対称テープでありえる。本開示に従ってテープを形成することは、少なくとも一つの繊維ローピング142または複数の繊維ローピング142にポリマー樹脂214を含浸させることを必要としえる。従って、本方法は一般に、マニホールドアセンブリ220の中を通してポリマー樹脂214を流すことを包含しえる。マニホールドアセンブリ220は、上記のように複数のチャンネルまたは分岐ランナー222を包含し得る。本方法はさらに、上記のように繊維ローピング142を樹脂214でコーティングすることを包含しえる。さらに本方法は、上記のように、ローピング142に樹脂2

50

14を含浸させるために、含浸ゾーン250の中を通過してコーティング済ローピング142を横に移動させることを包含しえる。そのような横の移動段階は、上記のように最終接触面310を含む、複数の接触面252との接触を包含しえる。

【0079】

[0097]上記のように、態様によってはマニホールドアセンブリ220の中を通して樹脂214を流す段階は、マニホールドアセンブリ220の出口領域242の中を通して樹脂214を流すことを包含しえる。さらに上記のように、ローピング142を樹脂214でコーティングする段階は、ゲート通路270の中を通してマニホールドアセンブリ220から樹脂214を流すことを包含しえる。本方法はさらに、上記のようにランドゾーン280の中を通して含浸ゾーン250からローピング142を横に移動させることを包含しえる。上記のように例示的な態様では、ダイ150を出る含浸済ローピング142は、富樹脂部分302と富繊維部分304とを包含しえる。

10

【0080】

[0098]上記のように態様によっては、複数の接触面252との接触後など、含浸後にダイ150内で含浸済ローピング142の計量調節しなくてもよい。さらに態様によっては、本開示に従った方法はさらに、上記のようにローラー190の中を通過して含浸済ローピング142をローラーでならすことを含みえる。態様によっては上記のように、横に移動させる段階とローラーでならす段階との間で含浸済ローピング142の計量供給をしなくてもよい。しかしながら他の態様では、計量調節は上記のように行うことができる。

【0081】

[0099]本発明のこれら及び他の変形及び変更は、本発明の趣旨及び範囲を逸脱することなく、当業者により実施しえる。さらに様々な態様の側面は、全体においてまたは一部分において交換可能であることは理解すべきである。さらに、当業者は、上記記載は単なる例示であって、付記請求の範囲に記載された発明を限定するものではないことを理解するだろう。

20

【図1】

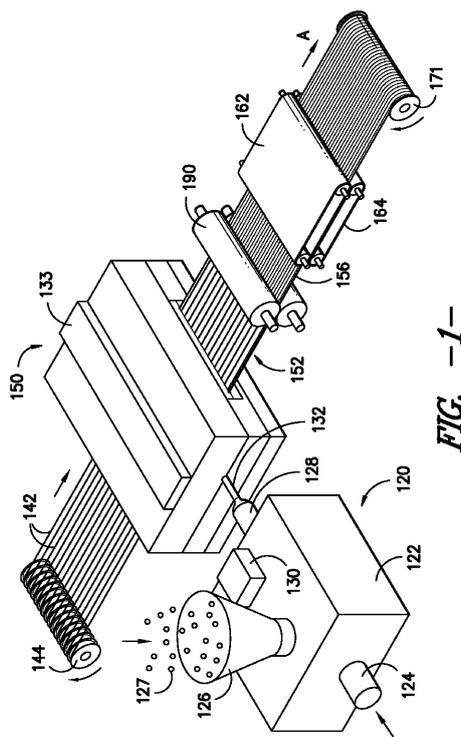


FIG. -1-

【図2】

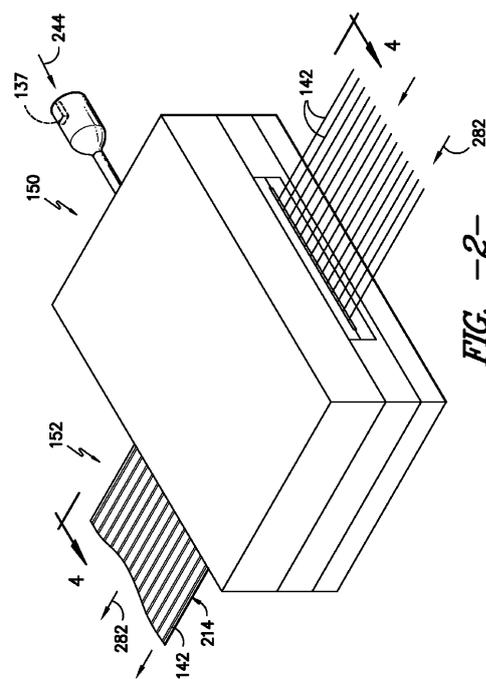


FIG. -2-



【 図 7 】

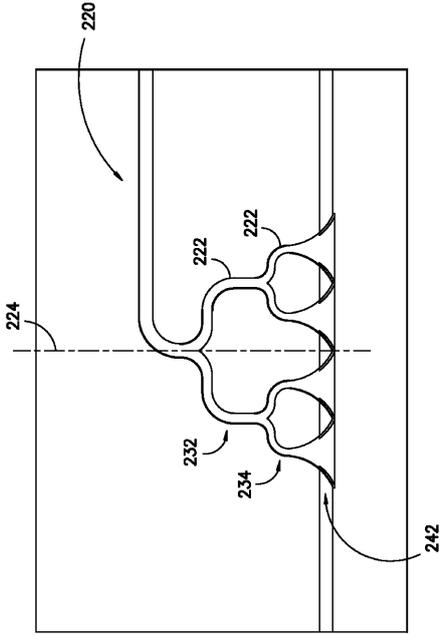


FIG. -7-

【 図 8 】

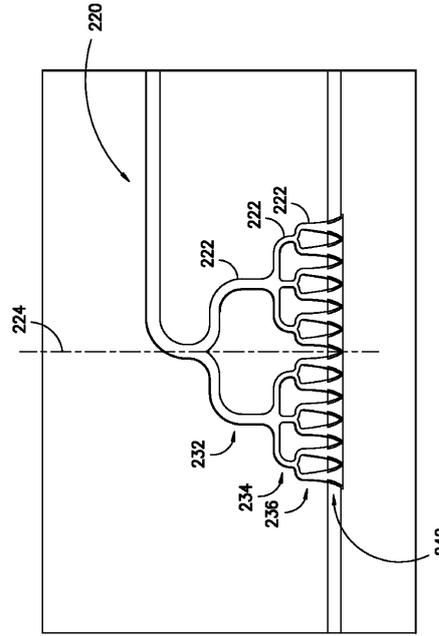


FIG. -8-

【 図 9 】

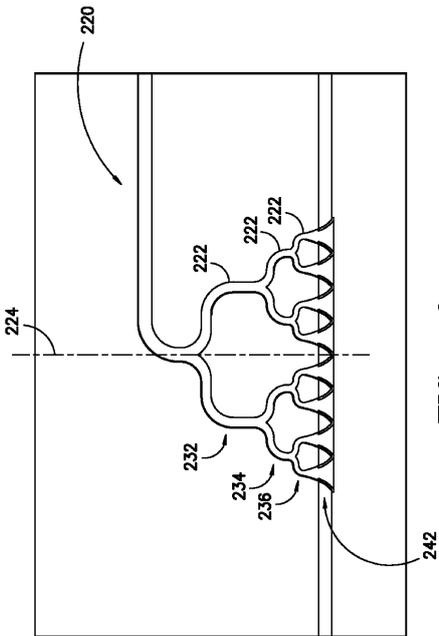


FIG. -9-

【 図 10 】

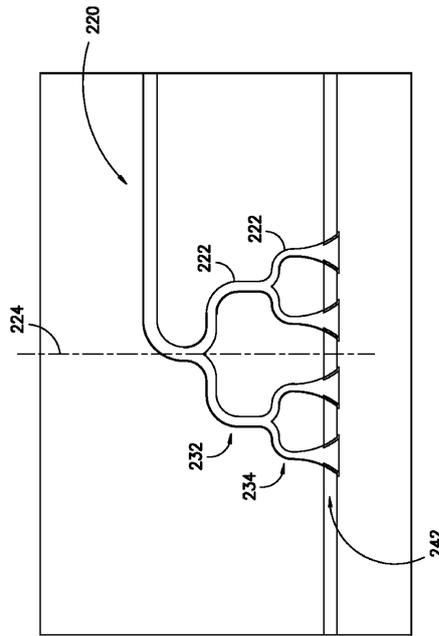


FIG. -10-

【 図 1 1 】

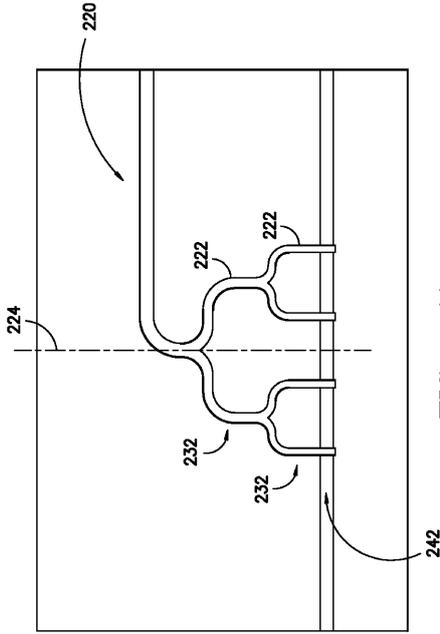


FIG. -11-

【 図 1 2 】

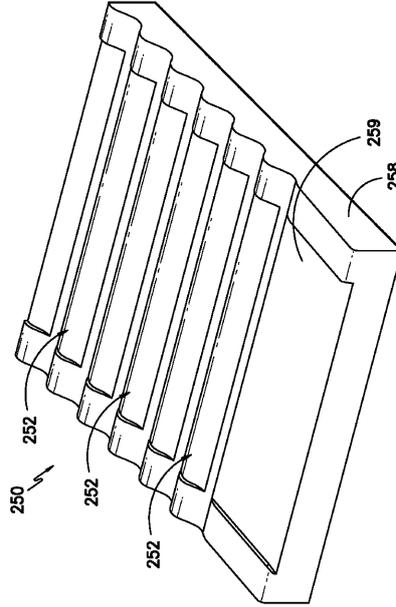


FIG. -12-

【 図 1 3 】

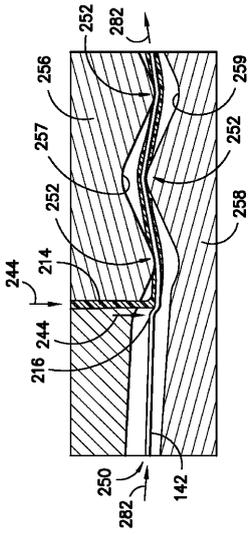


FIG. -13-

【 図 1 4 】

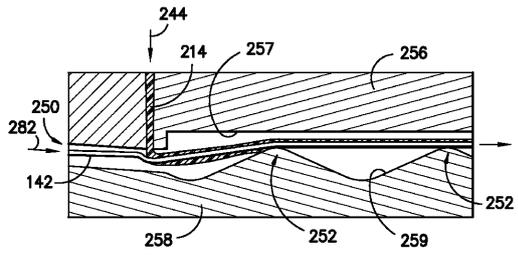


FIG. -14-

【 図 1 5 】

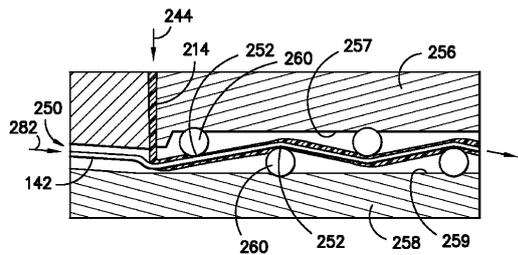


FIG. -15-

【 図 1 6 】

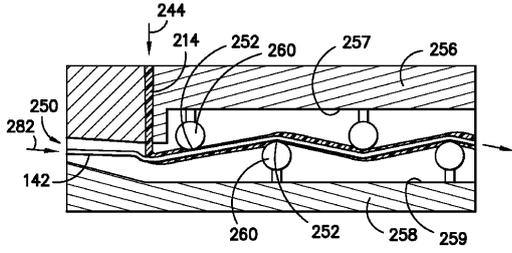


FIG. -16-

【 図 1 7 】

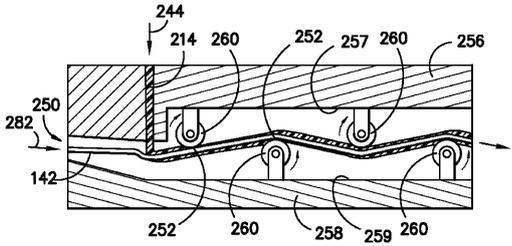


FIG. -17-

【 図 1 8 】

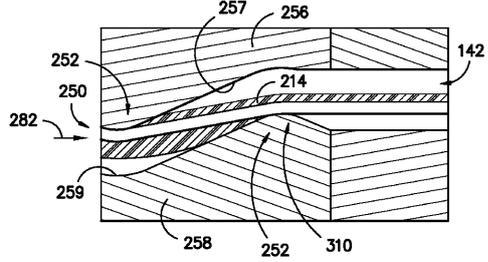


FIG. -18-

【 図 1 9 】

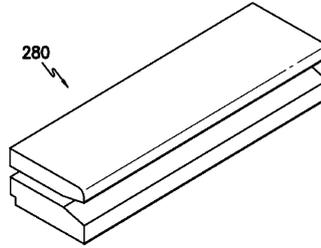


FIG. -19-

【 図 2 0 】

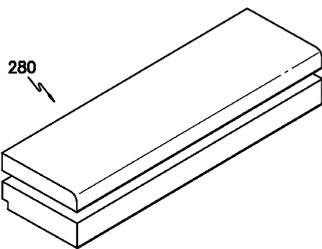


FIG. -20-

【 図 2 2 】

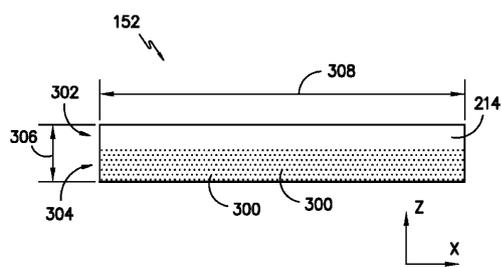


FIG. -22-

【 図 2 1 】

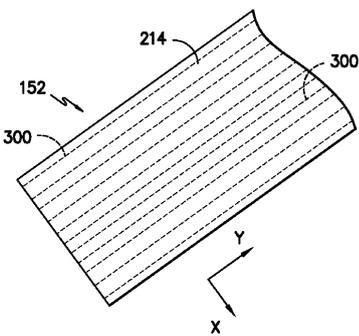


FIG. -21-

【 図 2 3 】

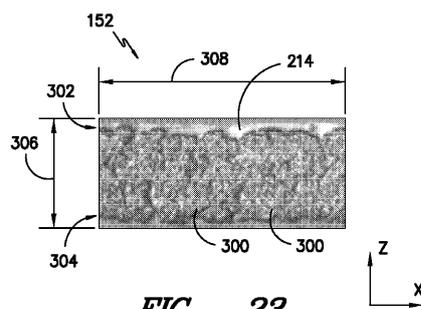


FIG. -23-

## 【 国際調査報告 】

## INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No PCT/US2012/068347
---

<b>A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER</b> INV. C08J5/04 B29C70/02 ADD.		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
<b>B. FIELDS SEARCHED</b> Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) C08J B29C		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used) EPO-Internal, WPI Data		
<b>C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT</b>		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	EP 0 312 842 A2 (BASF AG [DE]) 26 April 1989 (1989-04-26) column 1, line 23 - line 39; claims 1-8; figure 2 -----	1-26
A	US 2004/115422 A1 (LEVIT MIKHAIL R [US] ET AL) 17 June 2004 (2004-06-17) the whole document -----	1-26
A	US 2005/186410 A1 (BRYANT DAVID [US] ET AL) 25 August 2005 (2005-08-25) cited in the application the whole document -----	1-26
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input checked="" type="checkbox"/> See patent family annex.		
* Special categories of cited documents : "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search  26 March 2013		Date of mailing of the international search report  05/04/2013
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer  Puttins, Udo

**INTERNATIONAL SEARCH REPORT**

Information on patent family members

International application No

PCT/US2012/068347

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date	
EP 0312842	A2	26-04-1989	DE 3734574 A1	27-04-1989
			EP 0312842 A2	26-04-1989
			ES 2040804 T3	01-11-1993
			JP H01132639 A	25-05-1989
			US 4997703 A	05-03-1991
-----				
US 2004115422	A1	17-06-2004	AU 2003301046 A1	09-07-2004
			BR 0316598 A	04-10-2005
			CA 2507925 A1	01-07-2004
			CN 1726134 A	25-01-2006
			EP 1581387 A2	05-10-2005
			JP 2006509661 A	23-03-2006
			KR 20050084239 A	26-08-2005
			MX PA05006249 A	19-08-2005
			US 2004115422 A1	17-06-2004
			US 2006019081 A1	26-01-2006
			WO 2004055257 A2	01-07-2004
-----				
US 2005186410	A1	25-08-2005	NONE	
-----				

## フロントページの続き

(51) Int.Cl.

F I

テーマコード(参考)

B 2 9 K 105:08

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

(74) 代理人 100196597

弁理士 横田 晃一

(72) 発明者 ジョンソン, アーロン・エイチ

アメリカ合衆国ミネソタ州 5 5 9 8 7, ウィノナ, リッジウッド・ドライブ 1 3 6 0

(72) 発明者 イーステップ, デヴィッド・ダブリュー

アメリカ合衆国ミネソタ州 5 5 9 8 7, ウィノナ, イースト・テンス・ストリート 8 3 0 0

(72) 発明者 リーガン, ティモシー・エイ

アメリカ合衆国ミネソタ州 4 8 3 6 0, ウィノナ, ウェスト・ナインス・ストリート 5 5 4 5, タウンハウス 2

(72) 発明者 ティボー, ティモシー・エル

アメリカ合衆国ミネソタ州 5 5 9 8 7, ウィノナ, ワシントン・ストリート 6 6 0

F ターム(参考) 4F072 AA04 AA08 AB09 AB10 AB22 AB34 AD42 AD44 AG03 AH12  
 AH13 AH18 AH19 AH31 AH32 AH51 AK14 AL03  
 4F205 AA29 AA32 AD16 AG03 HA05 HA22 HA34 HA37 HA47 HB02  
 HC02 HC16 HC17 HF01 HF05 HF23 HK04 HK16 HM02