

(19) 日本国特許庁(JP)

## (12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4243925号  
(P4243925)

(45) 発行日 平成21年3月25日(2009.3.25)

(24) 登録日 平成21年1月16日(2009.1.16)

(51) Int.Cl.

C03C 25/24 (2006.01)  
G02B 6/44 (2006.01)

F 1

C03C 25/02  
G02B 6/44 301A  
G02B 6/44 301B

請求項の数 8 (全 9 頁)

(21) 出願番号 特願2001-333910 (P2001-333910)  
 (22) 出願日 平成13年10月31日 (2001.10.31)  
 (65) 公開番号 特開2002-193642 (P2002-193642A)  
 (43) 公開日 平成14年7月10日 (2002.7.10)  
 審査請求日 平成16年8月25日 (2004.8.25)  
 (31) 優先権主張番号 09/712620  
 (32) 優先日 平成12年11月13日 (2000.11.13)  
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 596092698  
 ルーセント テクノロジーズ インコーポ  
 レーテッド  
 アメリカ合衆国, O 7 9 7 4 - 0 6 3 6  
 ニュージャージィ, マレイ ヒル, マウン  
 テン アヴェニュー 600  
 (74) 代理人 100064447  
 弁理士 岡部 正夫  
 (74) 代理人 100085176  
 弁理士 加藤 伸晃  
 (74) 代理人 100106703  
 弁理士 産形 和央  
 (74) 代理人 100096943  
 弁理士 白井 伸一

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 物品にコーティング層を形成する方法と、コーティング層が形成された物品と、光ファイバ

## (57) 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

光ファイバをコーティングする方法であって、

(A) 前記光ファイバをコーティング用流体でコーティングするステップを含み、前記コーティングするステップは、長手方向に軸を有する前記光ファイバを、前記コーティング用流体を有する容器中を通過させ、そして前記軸方向に前記容器の出口用ダイを通過させることにより、コーティングされた光ファイバを生成するものであり、そして、

(B) 前記光ファイバのコーティングを固化するために、波長が 200 - 600 nm の光をコーティングされた前記光ファイバに照射するステップを含み、

前記コーティング用流体は、

(i) プレポリマーと、

(ii) 1ないし 10 重量 % の充填剤とからなり、前記充填剤は、アスペクト比が 1.5 - 2.0 で最大平均長さが 1000 nm 以下のクレイ小片からなることを特徴とする方法。

## 【請求項 2】

前記クレイ小片は、アルミニウムとマグネシウムとこれらの混合物とからなるグループから選択された、シリカ系材料の混合物を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 3】

前記クレイ小片は厚さが 1.5 nm 以下であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

## 【請求項 4】

10

20

前記クレイ小片は、モントモリロナイト (montmorillonite) とヘクトライト (hectorite) とベントナイト (bentonite) とからなるグループから選択された、1つあるいは複数のミネラルを含むことを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記クレイ小片の50%以上は、そのx-y面が前記光ファイバの長手方向軸に対し30°以内で整合していることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項6】

光ファイバであって、

(A) ガラスファイバを含み、前記ガラスファイバは、コーティングされたガラスファイバを生成するための少なくとも1つのポリマーコーティングを有し、そして、 10

(B) 前記コーティングされたガラスファイバをカバーするコーティング層をさらに含み、前記コーティング層の材料は、

(i) ポリマーと、

(ii) 光開始剤と、

(iii) 1-10重量%の充填剤とからなり、前記充填剤は、アスペクト比が15-2000で最大平均長さが1000nm以下のクレイ小片からなり、

前記クレイ小片の50%以上は、そのx-y面が前記光ファイバの長手方向軸に対し30°以内で整合していることを特徴とする物品。

【請求項7】

20

光ファイバであって、

少なくとも1つの内側ポリマーコーティングと外側ポリマーコーティングとを有するガラスファイバを含み、前記外側ポリマーコーティングは、

1-10重量%の充填剤を有するポリマーとからなり、前記充填剤は、アスペクト比が15-2000で最大平均長さが1000nm以下のクレイ小片からなり、

前記クレイ小片の50%以上は、そのx-y面が前記ガラスファイバの長手方向軸に対し30°以内で整合していることを特徴とする光ファイバ。

【請求項8】

光ファイバリボンであって、

(A) 同一方向で軸方向に平行に並べられた複数の光ファイバと、

30

(B) 前記複数の光ファイバをカバーするコーティング層とからなり、前記コーティング層は、充填剤を1-10重量%含有するポリマーとからなり、前記充填剤は、アスペクト比が15-2000で最大平均長さが1000nm以下のクレイ小片からなり、

前記クレイ小片の50%以上は、そのx-y面が前記光ファイバの長手方向軸に対し30°以内で整合していることを特徴とする光ファイバリボン。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ファイバのポリマーコーティング用材料とその使用方法に関する。

【0002】

40

【従来の技術】

光ファイバの製造は、ガラス製（シリカガラス製）プリフォームから光ファイバを引き抜き、その後この光ファイバにコーティング材料を塗布する行程を含む。コーティング材料は、できたての光ファイバ表面の汚染を阻止するために、引き抜いた直後に塗布される。コーティング材料は、通常UV硬化ポリマーである。二重のコーティング層を具備する光ファイバは、通常柔らかなポリマー製の第1層と、硬いポリマー製の第2層を有し、高い強度を維持し剥離に耐えるようにしている。柔らかな第1コーティング層と硬い第2コーティング層を組み合わせることにより、マイクロベンディング損失を最小にしている。マイクロベンディング損失とは、光ファイバのコーティング層が挫屈したりへこんだりすることにより小さな半径方向の変形を受けたときに発生する。この損失は、光ファイバがシ

50

ヤープなエッジを通ったり、汚染物が光ファイバの表面を変形するような環境下で用いられるときに発生する。様々な行程が、マイクロベンディング損失を最小にするために行われている。これらの多くの努力は、光ファイバコーティングのエンジニアリングを改善する方向に向けられている。コーティング層の機械的特性は、光ファイバのマイクロベンディング損失に対する抵抗力に大きく影響する。

#### 【0003】

光ファイバは通常、液状コーティングプロセスでコーティングされ、通常コーティングのプロセスは、新たに引き抜かれた光ファイバを液状のプレポリマー材料の容器中を通過させ、その後、硬化用放射光（通常多くは紫外線）にさらすことによりプレポリマーを硬化している。二重のコーティングプロセスにおいては、コーティングはタンデムにまたは同時に（2つの部屋と二重のダイのアプリケータを用いて）コーティング層は塗布される。タンデム装置は、第1のコーティング層を塗布し硬化した後、第2のコーティング層を第1の硬化した層の上に塗布している。二重コーティングを同時に行う行程においては、2つのコーティング層をポリマー状態で塗布してその後硬化している。

10

#### 【0004】

通常の光ファイバコーティング材料は、UV硬化したポリアクリルレートである。これらのポリマーは、UV硬化用放射光（すなわち200-400nmの範囲の波長）に対し十分透明で、速い引き抜き速度で完全に硬化できる。他の透明なコーティング材料は、例えばアルキル置換シリコン（alkyl-substituted silicones）、シルセクイサン（silsequioxanes）、脂肪族ポリアクリルレート（aliphatic polyacrylates）、ポリメタクリレート（polymethacrylates）、ビニルエーテル（vinyl ethers）がUV硬化の光ファイバコーティング材料として用いられている。これに関しては、米国特許第4956198号（1990）（発明者：S. A. Shame, E. S. Poklacki, J. M. Zimmerman、発明の名称：“Ultraviolet-curable cationic vinyl ether polyurethane coating compositions”）と、米国特許第5139872号（1992）（発明者：S. C. Lapin, A. C. Levy、発明の名称：“Vinyl ether based optical fiber coatings”）と、米国特許第5352712号（1994）（発明者：P. J. Shustack、発明の名称：“Ultraviolet radiation-curable coatings for optical fibers”）を参照のこと。UV硬化材料のコーティング技術は、十分に開発しつくされている。硬化用に可視光（600nm以下の光）を用いるコーティングもまた用いられている。

20

#### 【0005】

光ファイバコーティングの剥離損傷に対する耐性を高めるために、様々な充填剤がポリマーコーティング材料に追加される。硬い粒子材料、例えばチタニア、アルミナ、シリカは、このような充填剤に対する候補である。ヒュームドシリカが米国特許第5188864号で充填剤として示唆されている。しかし、光ファイバコーティング材料中に、粒子状充填剤を回避しなければならない様々な理由がある。これらには光ファイバのテスト強度の減少、および粒子状充填剤の不透明性に起因するUV硬化プロセスの損傷が含まれる。

30

#### 【0006】

マイクロベンディング損失を最小にする際に重要な光ファイバコーティングのパラメータは、コーティングされた光ファイバの曲げ剛性、すなわち曲げ強さである。曲げ強さを最終製品の光ファイバに付与するようなコーティング形成方法は、マイクロベンディング損失の発生の可能性を減らすように見える。しかし同時にまた、光ファイバコーティングは、硬すぎてはならない。光ファイバコーティング全体が硬くなりすぎると、通常の曲げにより光ファイバの中に歪みが発生することになるからである。

40

#### 【0007】

##### 【発明が解決しようとする課題】

本発明の目的は、マイクロベンディング損失に対する耐性を改善する光ファイバコーティングを提供することである。

#### 【0008】

さらに本発明の目的は、上記した悪影響を有さずに、光ファイバのマイクロベンディング

50

強度を増加させる、光ファイバコーティング用の充填剤を提供することである。

【0009】

【課題を解決するための手段】

本発明の充填剤は、いわゆるナノクレイ (nanoclay) 粒子に属するものである。このナノクレイ粒子とは、プレート形状をした自然に発生したクレイ粒子 (clay particles) であり、非常に小さな寸法のものである。このクレイ粒子は、光ファイバの軸に沿って整合すると、コーティング材料のマイクロベンディングに対する剛性を大幅に増加させる。しかし適宜な寸法の粒子を選択することにより、UV硬化プロセスの効率にはあまり影響しない。

【0010】

10

【発明の実施の形態】

本発明は、マイクロベンディング強度を改善しながら、良好な品質のコーティング層を光ファイバに高速で塗布する方法と材料を開示する。本発明の方法は、光ファイバで用いられるシリカ製ガラス以外のコーティング用フィラメント材料にも適用可能である。

【0011】

図1は、光ファイバ引き抜き装置を表すブロック図である。サセプタ12内に、光ファイバプリフォーム11が配置され、このサセプタ12は、ガラスプリフォームを軟化させて、光ファイバの引き抜きを行う炉 (図示せず) を表す。引き抜かれた光ファイバは13で示す。引き抜かれたばかりの光ファイバの表面は、二重コーティングキャップ14内を通過する。この二重コーティングキャップ14は、第1コーティングプレポリマー16を含む内側チェンバ15と、第2コーティングプレポリマー19を含む外側チェンバ18とを有する。第1チェンバから出た液状のコーティングされた光ファイバは、ダイ21を通過し、第2のコーティング溶剤の中に入り、ダイ22を介して外側チェンバ18から出る。ダイ21と22の組み合わせ、およびプレポリマーの流体挙動がコーティング層の厚さに影響を及ぼす。プレポリマーでコーティングされた光ファイバ24は、UVランプ25で露光され、プレポリマーを硬化させてコーティングプロセスを完了する。他の硬化放射光も用いることができる。コーティング層が固化した状態の光ファイバは、その後巻き上げリール27で巻き上げられる。巻き上げリール27は、光ファイバの引き抜き速度を制御している。引き抜き速度は、通常1-50m/秒の範囲内である。光ファイバはコーティングキャップの中心にあり、特にダイ21と22の中心を通り、それにより光ファイバとコーティング層の同心性を維持することが重要である。市販の装置は、光ファイバの整合を制御するプレリを有している。2つのダイ(21、22)内の水圧力が光ファイバを中心配置する助けをする。マイクロステップインデックス (図示せず) で制御されるステップモータで巻き上げリールの速度を制御する。

20

【0012】

30

光ファイバ用のコーティング材料は通常、ウレタン、アクリル酸塩、ウレタン-アクリル酸塩であり、それにUV光開始剤 (photoinitiator) が添加されている。二重のコーティング層の光ファイバにおいては、通常第1 (すなわち内側) のコーティング材料は柔らかい低い剛性の材料、例えばシリコン、ホットメルトワックス、あるいは比較的低い剛性のポリマー材料である。第2 (すなわち外側) のコーティング層に用いられる材料は、高い剛性のポリマー、通常ウレタンまたはアクリル樹脂である。一般市場においては、両材料とも低剛性のアクリル酸塩、あるいは高剛性のアクリル酸塩である。コーティング層の厚さは、直径が150-300μmで、240μmが一般的である。

40

【0013】

内側チェンバ15と外側チェンバ18は、図1においては解放状態であるが、解放状態 (圧力がかかっていない状態) のキャップが通常用いられる。しかし、通常の市販の引き抜き装置においては、キャップは閉じており、1つの開口即ち入口ダイは、光ファイバがキャップ内にやっとに入る程度の大きさである。圧力がコーティング流体内で維持されており、この圧力、通常50-250psiにより、コーティング層での気泡の形成を減らすのに役立つ。通常のコーティングキャップとダイの詳細は、米国特許第4374161号に

50

開示されている。

#### 【0014】

本発明のコーティング材料は、特別な形状をしたクレイを含む充填剤を有する。自然なクレイは、様々な形態で見いだされるが、通常含水アルミナ (hydrated aluminum) またはケイ酸マグネシウム (magnesium silicates) の小粒子である。本発明のクレイを含んだ光ファイバのコーティング充填剤は、特別な特性を有する。第1の特性は充填剤料は無水である。その理由は、水は光ファイバにおいて主要な汚染物質だからである。第2の特性としては粒子は、層状クレイ材料から剥離された板状の形態をしている (platelike morphology)。第3の特性としてプレートは、コーティング層を硬化するのに用いられるUV放射光に対し、十分透明となる程度に小さいものである。

10

#### 【0015】

図2において、本発明により硬化した光ファイバの切断部分を28で示し、本発明の充填剤料のクレイ粒子を29で示す。このクレイ粒子は、x-y面に延在し、z面に対しては非常に薄い小片 (platelets) である。本発明のコーティング材料組成の重要な特徴は、通常の状態においては積層状態で互いに固着している板 (層) 状のクレイ粒子が剥離して、ポリマーが間に挟まつた大部分が個々の小片となっていることである。本発明の好ましい粒子は、最大x-y寸法が1000nmが大部分 (50%以上) を占め、そして好ましくは最小のx-y寸法が100nmで、厚さ (すなわちz方向の寸法) は15nm以下である。アスペクト比、すなわち厚さに対する最大長さ (x-および/またはy-) は、15-2000の範囲 (長さが最大厚さの15倍から2000倍の範囲である) が好ましい。この特性の粒子を、本明細書では小片と称する。図2で示される支配的な整合は、光ファイバと光ファイバのコーティング層の表面に対し水平方向である。小片は、コーティング層を混合し、塗布する際に発生するマイルドな剪断歪みと本的に整合している。充填剤の量は、曲げ剛性の所望の増加を得る程度であるが、硬化プロセスを過剰に妨げない程度である。個々の粒子は、硬化放射光に対し十分透明となる程度小さい。しかし、コーティング表面にプランケットを形成するような小片が端部で連続的に整合するような過剰の投与は硬化を妨げることがある。一般的に適正な投与量は、1-10重量%の範囲である。

20

#### 【0016】

本発明の充填剤料は、粒子を脱水してその後有機キャリア内でそれらを分散させることにより準備される。キャリアは、粒子の再水和を阻止する物理的機能実行し、同時に粒子の表面を処理して、粒子が分散されるプリポリマー流体と適合性を有するようになる。コーティングポリマーと適合性を有する、様々な種類の有機材を用いることができる。コーティング材料そのものと類似のアクリレートポリマーがそれに適している。ポラー族 (polar groups) のキャリア、例えばアミン族で終端する長鎖の炭水化物が推奨できる。アミン族は、クレイ粒子に固着し、粒子の再水和を阻止する。

30

#### 【0017】

以下は本発明の粒子の実施例である。

#### 【0018】

##### (第1実験例)

光ファイバコーティング材料を、Nanocor社から市販されているNanocor 1.30Eを5.0重量%と、DSM Desotech社から市販されているDeSolite 3471-2-136とを混合することにより準備した。後者の材料は、多官能基のアクリレートを含む従来の外側コーティング用プレポリマーと、UV硬化用のUV光開始剤である。充填剤は、中程度のシアミキサ (shear mixer) を用いてプレポリマーレジン内で分散された。このレジンは、混合するために若干再加熱してもよい。混合されたプレポリマーを、図1の装置の外側チャンバ18内に導入し、光ファイバをその中を通した。図1のアプリケータ二重コーティングキャップ14に充填する前に、充填剤の小片を混合すること、およびダイ22によりかけられる水力学的押し出し力を組み合わせることにより、充填剤料のクレイ粒子29を図2に示すように整合させる。引き抜かれ、硬化した光ファイバは、23で300MPaの曲げ剛性

40

50

を示すが、これは 150% 以上従来よりも改善されている。

【0019】

(第2実験例)

光ファイバコーティング材を、Soutern Clay Products 社から市販されているCloisite 20Aを 5.0 重量% と、DSM Desotech 社から市販されているDeSolite 3471-2-136 とを混合することにより準備した。Cloisite 20A は、上記の特徴の小片のクレイ粒子からなる、きわめて疎水性の高いクレイである。充填剤は第1実験例と同様に、プレポリマーレジン内に分散して、光ファイバをその中で引き抜いた。そしてこの実験例2の引き抜き硬化した光ファイバは、従来よりも 150% 以上良好な曲げ剛性を有する。

【0020】

10

上記の実験例においては、本発明の充填剤を含んだコーティング材は、引き抜いた光ファイバの外側の保護コーティング層として用いられる。充填された（充填剤を含んだ）コーティング材料は、様々なフィラメント材料のエンドレスのフィラメントをコーティングするのに適している。特に、複数本の光ファイバリボンのコーティングするのに適している。複数本の光ファイバリボンとは、複数本のコーティングされた光ファイバを並べて、リボンケーブルを形成するように一緒にコーティングした組立体である。ある場合には、柔らかなポリマー材料の第1リボンコーティングを塗布し、リボンコーティングを形成し、その後外側コーティング層でさらにコーティングしている。本発明の充填された材料は、光ファイバリボンの外側コーティング層に用いられるのに適している。

【0021】

20

この適用例においては、引き抜き装置を修正して拡張したダイを用意し、複数本の光ファイバのコーティング用ダイを介して、平行に並べた数本の光ファイバをリールで巻き上げることができる。この光ファイバリボン用の引き抜き操作は、図2の操作と類似しているが、個々の光ファイバはすでにコーティングされ、巻き上げられる点が異なる。図3はこの実施例を示す。実際の市販の装置においては、光ファイバの処理メカニズムは、ここに示したよりもより洗練されたものである。図3においては、コーティングされた光ファイバの 6 個のリール 31 - 36 と、光ファイバ 41 - 46 がこれらのリールから、ローラ 48 を介して引き抜かれる。このローラ 48 は、6 本の光ファイバを線形のリボン状に整合させるよう配置されている。複数本の光ファイバが、本発明のプレポリマー / 充填剤混合物 52 を含むコーティングキャップ 51 内を通過する。ダイ 53 が所望のリボン形状を形成する。プレポリマーでコーティングされたリボン 55 が、硬化ステージ 56 を通過し、リール 58 に巻き取られる。

30

【0022】

以下の実験例は、光ファイバリボン用のコーティングプロセスを説明したものである。

【0023】

(第3実験例)

光ファイバコーティング材料を、Nanocor 社から市販されているNanocor 1.30E を 5.0 重量% と、DSM Desotech 社から市販されているCabelite 950-706 とを混合することにより準備した。後者の材料は、多官基のアクリレートを含む従来の外側コーティング用プレポリマーと、UV 硬化用のUV光開始剤である。充填剤は、前の実施例と同様に中程度のシアミキサ (shear mixer) を用いてプレポリマーレジン内で分散させた。この混合したプレポリマーを、図3の装置のコーティングキャップ 51 内に導入し、光ファイバリボンをその中に通した。この引き抜かれ硬化した光ファイバリボンは、従来の曲げ剛性よりも 150% 以上改善されていた。

40

【0024】

(第4実験例)

光ファイバコーティング材料を、Soutern Clay Products 社から市販されているCloisite 10A を 5.0 重量% と、DSM Desotech 社から市販されているCabelite 751 シリーズとを混合することにより準備した。後者の材料は、多官基のアクリレートを含む従来の外側コーティング用プレポリマーと、UV 硬化用のUV光開始剤である。それは光ファイバリ

50

ポンを着色コーティングするUV硬化インクを含有している。充填剤は、前の実施例と同様に中程度のシアミキサ(shear mixer)を用いてプレポリマーレジン内で分散させた。この混合したプレポリマーを、図3の装置のコーティングキャップ51内に導入し、光ファイバリボンをその中に通した。この引き抜かれ硬化した光ファイバリボンは、従来の曲げ剛性よりも150%以上改善されていた。

【0025】

本発明のクレイ充填剤料は、アルミニウムおよび/またはマグネシウムの珪化物を主に含む、公知のミネラル組成からなっている。多くの適切な材料が、上記の実験例で述べた製造業者から市販されている。好ましいミネラルクレイは、モントモリロナイト(montmorillonite)である。これらの材料のヘクトライト(hectorite)とベントナイト(bentonite)あるいはそれらの混合物も用いることができる。これらの材料のすべては、比較的硬い粒子を含有している。本発明の目的に対する主要な特性は、材料の物理的特性、すなわち板状粒子で非常に小さな粒子サイズである。粒子サイズを決定するに際して、長さとは小片の最長寸法のことである。

10

【0026】

本発明の効果は、小片の大部分が光ファイバの軸とほぼ整合していることに基づいている。これは、光ファイバの軸を含む面内で曲げ剛性を選択的に強化させる。光ファイバのコアに対し垂直方向に整合している小片は、あまり本発明の目的に対しては効果的ではない。光ファイバのコーティング層内に組み込まれた小片の半分以上が整合しており、その結果小片のx-y面(主要面)が、光ファイバの軸と30°以内で整合しているのが好ましい。

20

【0027】

ポリマーコーティングは、プレポリマーをコーティング中の物品に塗布して、このプレポリマーを硬化することにより行われる。従来のコーティングプロセスにおいては、硬化は、本発明のプロセスと同様光または加熱により行われている。従来の硬化方法においては、コーティング組成は光開始剤を含有し、光により硬化される物品は光開始剤の科学的証拠(不具合)を示す。

【0028】

特許請求の範囲の発明の用件の後に括弧で記載した番号がある場合は、本発明の一実施例の対応関係を示すものであって、本発明の範囲を限定するものと解釈すべきではない。

30

【図面の簡単な説明】

【図1】光ファイバ引き抜き/コーティング層塗布装置を示す図。

【図2】充填剤料を示す本発明の光ファイバコーティング層の一部の微細図。

【図3】光ファイバリボンを形成する装置を表す図。

【符号の説明】

1 1 光ファイバプリフォーム

1 2 サセプタ

1 3 光ファイバ

1 4 二重コーティングキャップ

1 5 内側チェンバ

40

1 6 第1コーティングプレポリマー

1 8 外側チェンバ

1 9 第2コーティングプレポリマー

2 1、2 2 ダイ

2 4 プレポリマーでコーティングされた光ファイバ

2 5 UVランプ

2 7 巻き上げリール

2 8 硬化した光ファイバコーティング層

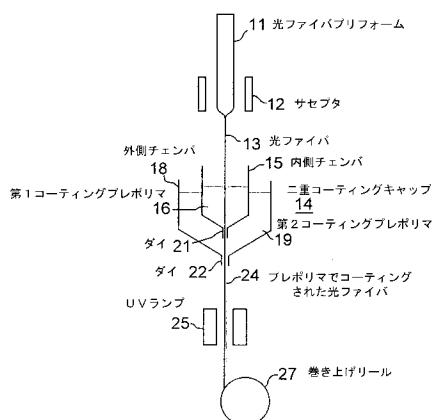
2 9 充填剤料のクレイ粒子

3 1 - 3 6 リール

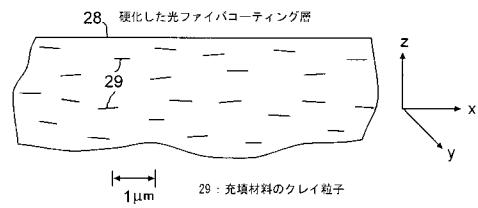
50

- 4 1 - 4 6 光ファイバ  
 4 8 ローラ  
 5 1 コーティングキャップ  
 5 2 プレポリマー / 充填剤混合物  
 5 3 ダイ  
 5 5 プレポリマーでコーティングされたリボン  
 5 6 硬化ステージ  
 5 8 リール

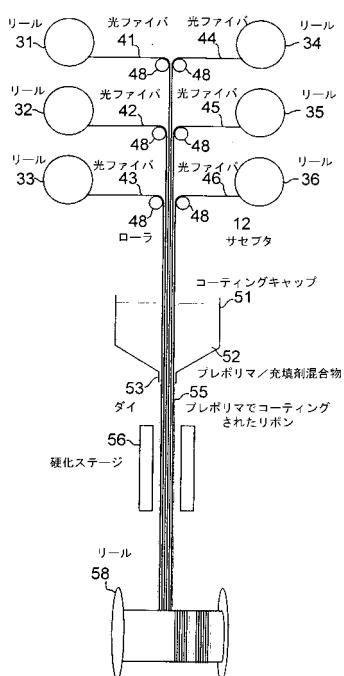
【図1】



【図2】



【図3】



---

フロントページの続き

(74)代理人 100091889  
弁理士 藤野 育男  
(74)代理人 100101498  
弁理士 越智 隆夫  
(74)代理人 100096688  
弁理士 本宮 照久  
(74)代理人 100102808  
弁理士 高梨 憲通  
(74)代理人 100104352  
弁理士 朝日 伸光  
(74)代理人 100107401  
弁理士 高橋 誠一郎  
(74)代理人 100106183  
弁理士 吉澤 弘司  
(74)代理人 100081053  
弁理士 三俣 弘文  
(72)発明者 カール アール ティラー  
アメリカ合衆国、30043 ジョージア州、ローレンスビル、クラブ ビュー ドライブ 41  
3  
(72)発明者 ピーター エー ウェイマン  
アメリカ合衆国、30306 ジョージア州、アトランタ、コートニー ドライブ 693

審査官 山崎 直也

(56)参考文献 特開平09-052735 (JP, A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

C03C 25/00-25/70

G02B 6/44