

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2019-21909
(P2019-21909A)

(43) 公開日 平成31年2月7日(2019.2.7)

(51) Int.Cl.		F I	テーマコード (参考)
HO 1 S	3/067 (2006.01)	HO 1 S 3/067	2 H 0 3 8
GO 2 B	6/46 (2006.01)	GO 2 B 6/46	5 F 1 7 2
HO 1 S	3/10 (2006.01)	HO 1 S 3/10	D
HO 1 S	3/02 (2006.01)	HO 1 S 3/02	

審査請求 有 請求項の数 12 O L 外国語出願 (全 15 頁)

(21) 出願番号 特願2018-95950 (P2018-95950)
 (22) 出願日 平成30年5月18日 (2018.5.18)
 (31) 優先権主張番号 15/648, 885
 (32) 優先日 平成29年7月13日 (2017.7.13)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

(71) 出願人 515017142
 ツーシックス、インコーポレイテッド
 11-VI INCORPORATED
 アメリカ合衆国ペンシルベニア州、サクソ
 ンバーグ、サクソンバーグ、ブルバード、
 375
 (74) 代理人 110001302
 特許業務法人北青山インターナショナル
 (72) 発明者 エリック ティモシー グリーン
 アメリカ合衆国 ニューヨーク州 148
 30, コーニング, サウスロード 105
 76

最終頁に続く

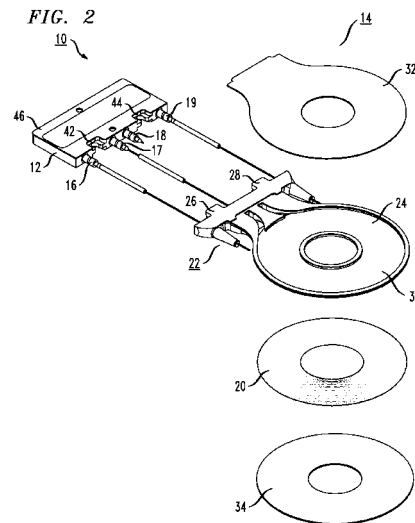
(54) 【発明の名称】 小型光ファイバ増幅器

(57) 【要約】 (修正有)

【課題】 光増幅器の増幅ファイバ部分を小型化した光ファイバコイル支持構造体を提供する

【解決手段】 ファイバベースの光増幅器は、可撓性基板を利用して、基板上で「スピン」されるフラットコイルとしての増幅ファイバを支持することにより、コンパクトな構成で組み立てられる。増幅ファイバ20の支持構造体は、ファイバの許容可能な最小曲げ半径と、増幅器パッケージの全体寸法内に収まる最大直径とを規定するように構成される。ファイバを定位置に保持するために、感圧接着剤コーティングが可撓性基板30に塗布される。許容可能な絶縁性質を有する可撓性材料(ポリイミドなど)を使用し、ファイバ筐体の下方の空間に電子部品を配置することにより、最終アセンブリにおける更なる小型化が達成される。

【選択図】 図2



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

光ファイバコイル支持構造体であって、

ファイバコイルの最小直径を規定する境界を形成する中央ボビンと、ファイバコイルの最大直径を規定する境界を形成する外側境界要素とを含むファイバ封入コンポーネントと

、前記ファイバ封入コンポーネントの底面に取り付けられた底部支持シートと、

外側カバーであって、前記外側境界要素構造の上面および前記中央ボビンの少なくとも一部に取り付けられて、前記底部支持シートと前記外側カバーとの間に、光ファイバコイルの支持および収納のための空間を形成する外側カバーとを備えることを特徴とする光ファイバコイル支持構造体。

10

【請求項 2】

請求項 1 に記載の光ファイバコイル支持構造体において、

前記底部支持シートが前記ファイバ封入コンポーネントに溶接されることを特徴とする光ファイバコイル支持構造体。

【請求項 3】

請求項 1 に記載の光ファイバコイル支持構造体において、

前記ファイバ支持構造体がさらに、前記外側境界要素と前記外側カバーとの間に配置された上部支持シートを備え、前記上部支持シートが、前記外側境界要素の上面に取り付けられるとともに、前記外側境界要素の幅より僅かに張り出すようにサイズ設定されて、前記底部支持シートの内側部分および前記中央ボビンを露出させたままとし、追加の長さのファイバスプライスを、前記上部支持シートの張り出した幅の下方に配置することができることを特徴とする光ファイバコイル支持構造体。

20

【請求項 4】

請求項 1 に記載の光ファイバコイル支持構造体において、

前記底部支持シートおよび上部支持シートが前記外側境界要素に溶接されていることを特徴とする光ファイバコイル支持構造体。

【請求項 5】

請求項 3 に記載の光ファイバコイル支持構造体において、

前記上部支持シートが、前記ファイバコイル支持構造体内のファイバコイルへのアクセスを提供するための 1 またはそれ以上のスロットを含むように形成されていることを特徴とする光ファイバコイル支持構造体。

30

【請求項 6】

請求項 1 に記載の光ファイバコイル支持構造体において、

前記底部支持シートがプラスチック材料で形成されていることを特徴とする光ファイバコイル支持構造体。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の光ファイバコイル支持構造体において、

前記プラスチック材料が、ポリイミド、ポリカーボネート、ポリ塩化ビニルからなる群のなかから選択されることを特徴とする光ファイバコイル支持構造体。

40

【請求項 8】

請求項 3 に記載の光ファイバコイル支持構造体において、

前記上部支持シートが透明材料で形成されていることを特徴とする光ファイバコイル支持構造体。

【請求項 9】

請求項 8 に記載の光ファイバコイル支持構造体において、

前記上部支持シートが透明プラスチック材料で形成されていることを特徴とする光ファイバコイル支持構造体。

【請求項 10】

請求項 1 に記載の光ファイバコイル支持構造体において、

50

前記外側境界要素が、前記ファイバコイル支持構造体に入る光ファイバの長さ部分および前記ファイバコイル支持構造体から出る光ファイバの長さ部分を支持するための溝部を含むことを特徴とする光ファイバコイル支持構造体。

【請求項 1 1】

請求項 1 に記載の光ファイバコイル支持構造体において、

前記ファイバ封入コンポーネントの中央ボビンが、円形の外周を呈することを特徴とする光ファイバコイル支持構造体。

【請求項 1 2】

請求項 1 に記載の光ファイバコイル支持構造体において、

前記ファイバ封入コンポーネントの外側境界要素が、円形の内周を呈することを特徴とする光ファイバコイル支持構造体。

10

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

この出願は、2015年3月19日に提出された米国仮出願第62/135,641号の利益を主張する、2016年3月16日に提出された米国特許出願第15/071,296号の一部継続出願であり、両文献は引用により本明細書に援用される。

【0002】

本発明は、ファイバベースの光増幅器に関し、特に、光増幅器の増幅ファイバ部分の小型構造に関する。

20

【背景技術】

【0003】

エルビウムドープファイバ増幅器(EDFA)および分布ラマン増幅器(DRA)などの様々なタイプのファイバベースの光増幅器は、光通信システムのユビキタス要素であり、フェーシング光信号の再生が必要な場合に、光-電気-光信号変換を実行する必要性をなくすることができる。

【0004】

EDFAの場合、(典型的には980nmで動作する)光ポンプレーザがErドープファイバのセクションに結合され、入射光信号が励起光とともにドープファイバを伝播する。エルビウムドープメントによる励起光の存在は、光励起されたエルビウムイオンの遷移によって伝播する光信号の増幅を生じさせる。分散ラマン増幅器(DRA)は、光信号の伝播を支える伝送ファイバのセクションに沿って、短い高出力パルスを入力することによって動作する。それらパルス(光信号に対して共伝播または逆伝播の何れか)が存在すると、光子はより高いエネルギーレベルに励起され、その基底状態に戻る際に誘導放射を生成する。

30

【0005】

光増幅器モジュールを形成する様々なコンポーネントは、典型的には、ファイバ結合要素として作られており、場合によっては、一体化(またはハイブリッド化)されて、例えば、アイソレータとWDMフィルタの複合体、またはアイソレータとGFFフィルタの複合体などを形成する。当然のことながら、低コストで小型のモジュールはシステム全体のコストを引き下げる。このため、より小さいコンポーネント、更なるハイブリダイゼーション、より小さいモジュールへの傾向がしばらく続いている。実際のところ、業界には、より小さいフォームファクタと低コストへの圧力が続いている。

40

【0006】

これらの要求を満たすための1つの方法は、様々なコンポーネントのサイズを絶えず減らし、おそらくは、統合度を高めることである。しかしながら、これは、増幅器モジュールのコストも懸念事項である環境では容易に達成されるものではない。実際に、それらコンポーネントのサイズは、低コストの労働によって容易に組み立てることができないレベルにまで減少している(すなわち、それらコンポーネントの幾つかのサイズは、1mm×

50

1 mm × 1 mmのオーダーである)。

【0007】

さらに、ハイブリッドコンポーネント内の統合レベルを上げるなどして、光増幅器モジュールのサイズを小さくしても、異なるハイブリッドを、ファイバスプライスおよびルーティングを介して互いに結合する必要がある。光ファイバの最小曲げ半径の結果として、さらには、それにより比較的多数のファイバスプライスとスプライスプロテクタを必要とするため、現在の構成をさらにハイブリッド化する能力は、技術的限界、サイズの限界、および経済的な実現可能性にすぐに到達する。「曲げ半径」は、信号損失の許容量を規定することに関連する決定的要因である。特に、光信号に生じる損失は、信号を伝播させるファイバの曲げ半径が小さいほど増加する。非常に小さい曲げ半径値では、ファイバ自体が物理的に破損してしまう可能性もある。

10

【0008】

このため、ファイバベースの光増幅器が、性能要件を維持しながら、コストおよびサイズ縮小の期待に応え続けるためには、増幅ファイバを光増幅器モジュール内に組み込むための異なるアプローチが必要と考えられる。

【発明の概要】

【0009】

従来技術に残る必要性は、ファイバベースの光増幅器、より詳細には、増幅器の増幅ファイバ部分のコンパクト構造に関する本発明によって対処される。

【0010】

本発明の一実施形態によれば、例示的な光増幅器は、光学モジュールおよびファイバモジュールを含むように構成されている。光学モジュールは、増幅された信号を受け入れ可能な出力形式へと処理するために利用される様々な光学デバイスを収容するために使用され、ファイバモジュールは、増幅が行われる実際のファイバを収容するために使用される。本発明のファイバモジュールは、感圧接着剤トップコーティングを有する絶縁材料(例えば、ポリイミド)の可撓性基板からなる。ファイバ自体は、絶縁材料上にコイル形態で巻かれ、接着剤コーティングによって定位置に保持される。より剛性の高い材料の支持トレイが、可撓性材料に機械的強度を付与するために使用され、コイルの半径が規定の最小ファイバ曲げ半径を下回らないようにするためのガイドを含むように形成することができる。

20

30

【0011】

本発明の特定の実施形態は、希土類ドープ光ファイバ増幅器として構成することができ、特定波長の励起光を供給して、入力光信号と同時に、希土類(例えば、エルビウム)ドープ光ファイバのコイルに沿って伝播させる。本発明の別の実施形態は、入力光信号が伝播する信号路に高出力レーザパルスが注入される分布ラマン増幅器(DRA)の形態をとる。

【0012】

本発明の例示的な実施形態は、増幅されたバージョンからの出力光信号を生成するのに利用される光学素子を収容する光学モジュールと、光学モジュールに光学的に結合されたファイバモジュールとを含む光ファイバ増幅器の形態をとる。ファイバモジュールは、励起光の存在下で伝播する光信号に利得を生成するための増幅ファイバのセクションを収容するために使用され、ファイバモジュールは、特に、フラットコイルの形態の増幅ファイバのセクションを支持するための可撓性基板と、可撓性基板の下方に配置された支持構造体とを備え、支持構造体が、光学モジュールにファイバモジュールを機械的に取り付けるための終端部を含む。

40

【0013】

本発明の選択された実施形態は、(ファイバコイルの最小直径を規定する境界を形成する)中央ピンと、(ファイバコイルの最大直径を規定する境界を形成する)外側境界要素とを含むファイバ封入コンポーネントを備えた光ファイバコイル支持構造体の形態を取ることができる。底部支持シートがファイバ封入コンポーネントの底面に取り付けられ、

50

外側カバーが外側境界要素構造の上面および中央ボビンの少なくとも一部に取り付けられ、それにより、底部支持シートと外側カバーとの間に、光ファイバコイルの支持および格納のための空間を形成する。

【0014】

本発明のその他の態様および更なる態様は、以下の説明の過程で、かつ添付の図面を参照することによって明らかになるであろう。

【図面の簡単な説明】

【0015】

ここで図面を参照する。幾つかの図面において同様の符号は同様の部分を表している。

【図1】図1は、本発明に従って形成された例示的な光ファイバ増幅器の等角図である。

10

【図2】図2は、図1の光ファイバ増幅器の分解図である。

【図3】図3は、増幅器のファイバモジュール内で使用するためのフラットコイルとして提供される増幅ファイバのセクションを示している。

【図4】図4は、例示的なファイバモジュール上に配置されたときの、図3の増幅ファイバのコイルを示している。

【図5】図5は、ファイバモジュールの支持構造体部分の図であり、ファイバがコイル状にされたときに増幅ファイバが受ける曲げ半径を制御するパラメータを示している。

【図6】図6は、本発明の光増幅器の光学モジュールにファイバモジュールを取り付けるための別の構成を示している。

【図7】図7は、コンパクト構成を示しており、この構成では、ファイバモジュールの材料により提供される電氣的絶縁によって、電子回路基板を光増幅器に近接して配置することが可能となっている。

20

【図8】図8は、本発明に従って形成されたファイバモジュールの代替的な実施形態の分解図である。

【図9】図9は、図8のファイバモジュールの等角図である。

【図10】図10は、図9のファイバモジュールの一部分の切欠側面図である。

【図11】図11は、図8のファイバモジュール内に収容され得る3つのファイバコイルの例示的なセットを示している。

【図12】図12は、ファイバモジュールに配置されたときの第1ファイバコイルを示している。

30

【図13】図13は、ファイバモジュールの外側部分に配置された一対のファイバスプライスコイルが第1ファイバコイルから離れた状態の最終アセンブリを示している。

【図14】図14は、図13のモジュールの上に置かれる外側カバーを示す分解図である。

【図15】図15は、外側カバーが定位置にある、図9の例示的なファイバモジュールを示している。

【図16】図16は、本発明に係るファイバ支持構造体内で使用され得る中央ボビンの代替的な幾何学的形状を示している。

【図17】図17は、本発明に係るファイバ支持構造体内で使用され得る外側境界要素の代替的な幾何学的形状を示している。

40

【発明を実施するための形態】

【0016】

図1は、本発明に従って形成された例示的な小型光増幅器10の等角図である。光増幅器10は、光学モジュール12と増幅ファイバモジュール14の両方を備える。光学モジュール12は、例えば、従来の形態であり、定義されたシステム要件（例えば、ノイズフロア、アイソレーション、利得プロファイル、挿入損失などに関する要件）を満たす増幅された出力信号を生成するために利用される様々な光学素子、ハイブリッドを含む。ファイバモジュール14は、入射光信号に対して実際の増幅機能を実行するために使用される増幅ファイバの（比較的長い）セクションを収容する。光学モジュール12内に必要とされる光学機能を提供するために使用され得る多くの異なる構成が存在する。同時係属中の

50

米国出願第 15 / 072 , 520 号 (2016 年 3 月 17 日出願) には幾つかの好ましい実施形態が記載されている。この出願は引用により本明細書に援用されるものとする。

【 0017 】

分かり易くするために、定位置に増幅ファイバを有していないファイバモジュール 14 が図 1 に示されている。希土類ドープファイバ増幅器を設計する場合、ドープファイバ (例えば、エルビウムドープファイバ) のセクションがファイバモジュール 14 内に配置されることを理解されたい。分布ラマン増幅器の場合、従来の単一モードファイバのセクションは、典型的には、ファイバモジュール 14 内に配置される。増幅ファイバをモジュール 14 内に装填する例示的なプロセスを、図 3 - 図 5 に関連して以下に説明する。

【 0018 】

図 2 は、例示的な小型光増幅器 10 の別の図であって、この場合は分解図であり、同図には、光学モジュール 12 がファイバモジュール 14 から分離されるものとして示されるとともに、ファイバモジュール 14 を形成する例示的なコンポーネントのセットも示されている。図 1 および図 2 の両方を参照すると、入射光信号は、ファイバピグテール接続部 16 を介して光学モジュール 12 内に導入される。入射光信号および励起光 (別個の外部源または光学モジュール 12 内に同一パッケージされる源から供給されるものであってもよい) は、光学モジュール 12 内で結合され、ピグテールファイバ接続部 17 を介してファイバモジュール 14 内に結合される。光信号および励起光は、ファイバモジュール 14 に収容された増幅ファイバ 20 の長さ部分を通して伝播し、光信号の増幅されたものが最終的にファイバモジュール 14 から出射する。その後、増幅された信号は、光ファイバピグテール 18 で光学モジュール 12 に戻って結合される。様々な増幅後の光学機能 (特定のシステム要件によって定められる利得平坦化、パワー調整など) が信号に対して実行され、その後、信号は、光増幅器 10 からの増幅された出力信号として光ファイバピグテール 19 から光学モジュール 12 を出る。

【 0019 】

図 2 の特定の実施形態を参照すると、ファイバモジュール 14 は、相対的に円形の遠位部分 24 と、ファイバモジュール 14 を光学モジュール 12 に取り付けるために使用される反対のペアの終端部 26 , 28 とを有するように構成された剛性支持部材 22 を含むものとして示されている。適当な絶縁材料 (例えば、ポリイミドベースの材料) からなる可撓性基板 30 が支持部材 22 内に配置され、可撓性基板 30 に感圧接着剤のコーティング 31 が塗布される。接着剤コーティングは、可撓性基板 30 への増幅ファイバ 20 の取付の完全性を保証するために使用されている。図 2 に示すように、ファイバモジュール 14 内に増幅ファイバ 20 を (図 1 の最終形態に示すように) 収容するために、上部カバープレート 32 および下部カバープレート 34 が使用されている。

【 0020 】

この特定の構成には変形例が考えられ、それには、ファイバモジュール 14 を光学モジュール 12 に機械的に取り付ける終端部をより少なく又は多く使用することが含まれる。さらに、可撓性材料 30 上に接着剤コーティング 31 を含むことが好ましいが、付加的なコーティングを必要とせず接着性を示すタイプの可撓性材料も存在する。

【 0021 】

本発明の一態様は、(従来技術において一般的なファイバを束ねるのと比較して) フラットコイルとしての増幅ファイバの特定の構造である。図 3 では、増幅ファイバ 20 が、20 - 1 および 20 - 1 として示される 2 つのフラットコイルの「スタック」を形成するように巻かれた状態で示されている。図 4 は、支持構造体 22 の円形部分 24 内の定位置に置かれた増幅ファイバ 20 のコイルを示している。小型光増幅器のこの部分を製造するプロセスにおいて、増幅ファイバは、接着剤コーティング 31 がコイル状のファイバを定位置に保持するのを可能にするのに十分な圧力を使用して、可撓性材料 30 上に文字通りスピンされる。

【 0022 】

E D F A の実施において、増幅ファイバ 20 は、長さ約 1 メートルの希土類ドープファ

10

20

30

40

50

ファイバのセクションを含む（ときには、1メートル以上が必要とされる場合もある）。DRAは、増幅ファイバ20の形成において数メートルの長さの従来の信号モード光ファイバを利用することがある。相対的に小さい寸法のパッケージ内にそれらの相対的に長い増幅ファイバを組み込もうとする場合、伝播する信号に対する曲げ損失の影響を理解する必要がある。すなわち、ファイバが、非常にタイトな曲げ半径で曲線状に曲げられると（この場合には、コイルを形成すると）、伝播する信号の大部分がコア領域から散乱し、ファイバ半径が減少するほど損失が増加する。ファイバの曲げ半径が非常に小さいと、ファイバ自体が破損する可能性もある。一方、曲げ半径が大きい値に維持される場合（すなわち、比較的「緩やかな」曲げのみがファイバに付与される場合）、1または2メートルの増幅ファイバを収容するのに必要なパッケージのサイズは、多くのCFP要件には大き過ぎる。

10

【0023】

図5は、増幅ファイバ20のコイル構造に導入される曲率を制御するために、本発明のそれらの態様に従って形成された例示的な支持構造体22の図である。特に、支持構造体22の円形部分24は、中央開口部36を含むものとして示されており、開口部36の直径dが、増幅ファイバ20が非常にきつい曲げ半径で巻かれないように選択されている。円形部分24の外径Dは、光増幅器10の最終寸法が特定のパッケージ設計によって課せられる制限内に十分に収まるように選択される。開口部36は、増幅ファイバがこの中央領域に入るのを防止するためにリム38を含むことができる。同様に、支持構造体22の外周は、指定された境界内にファイバを閉じ込めた状態で維持するためにリム40を含むことができる。

20

【0024】

例示的な組立てプロセスの1つでは、プロセスのためのガイドとして開口部36（リム38を有する）および外側リム40を使用して、増幅ファイバ20が支持構造体22の表面可撓性基板30上にスピンされる。すなわち、増幅ファイバ20は、従来技術のように束ねられるのではなく、フラットな形態で巻かれ、小型のスプラインプロテクタがファイバピグテール17, 18に接続するために定位置に挿入される。このため、光増幅器のこの部分は、自動化された方法で組み立てることができ、それにより、高歩留まり、低コスト、さらに小さなフットプリントで、高度に反復可能なプロセスを実現することができる。

30

【0025】

ファイバモジュール14を光学モジュール12に機械的に取り付けるために使用され得る様々な異なる構成（上述したような、ファイバピグテール17, 18を介して提供される光学接続）が存在することを理解されたい。図1および図2に示す例示的な構成は、ファイバモジュール14の終端部26, 28と、光学モジュール12のハウジング46内に形成された関連する取付要素42, 44（図2に最も良く示されている）との間に簡易なスナップフィット摩擦嵌合を利用している。

【0026】

図6は、代替的な取付構成を示す等角図であり、この場合、ネジ48のセットを用いて、光学モジュール12のハウジング46にファイバモジュール14の終端部26, 28を取り付けるようにしている。また、リム38, 40の詳細も、光学モジュール12へのファイバモジュール14の取付を示すこの本発明の小型光増幅器モジュールの図に、光増幅器10の下側から具体的に示されている。この図では、両終端部26, 28が示されており、補強要素42, 42'が図示のように配置されている。取付ネジ50, 52は、終端部28を取り付けるために使用される類似の取付ネジ50', 52'とともに、終端部26を光学モジュール12に取り付けるものとして示されている。

40

【0027】

上述したように、本発明の小型増幅器モジュール構成の別の利点は、ファイバモジュール14の支持構造体22が絶縁材料で形成されていることである。このため、関連する電気回路を、その性能に影響を与えることなくファイバモジュール14に近接して配置する

50

ことが可能である。図7は、この態様を示す本発明の小型光増幅器の例示的な図である。明確にするために、増幅ファイバ20を覆う被覆層は示されていない。この場合、電子回路基板100は、小型光増幅器10の真下に配置されて、光学モジュール12とファイバモジュール14の両方の下に延在するものとして示されている。

【0028】

ファイバベースの光増幅器とともに使用する本発明のファイバモジュールは、ドープファイバ増幅器(EDFAなど)または分布ラマン増幅器の形成に使用することができ、アセンブリの唯一の変更は、モジュールの可撓性基板上に巻かれるファイバのタイプであることを理解されたい。そのため、支持構造体22(特に中心開口部32)の特定の寸法は、特定の増幅器の設計基準に付随する最小曲げ半径の関数として異なる場合がある。

10

【0029】

図8は、特に光増幅器またはその他の任意のファイバベースの装置とともに使用するのに適した、光ファイバの1またはそれ以上のコイルを封入して支持するための薄型構造の別の実施形態を示している。ファイバ支持構造体80は、図8の分解図に示されており、図9には組み立てた形態で示されている。この特定の実施形態では、ファイバ支持構造体80は、外側境界要素82およびボビン83で形成される封入コンポーネントを含み、ボビン83が外側境界要素82の内側領域内に配置されている。ボビン83の寸法は、ファイバ支持構造体80内に配置されてボビン83の周りに巻回されるファイバのコイルに許容される最小曲げ半径を規定する。幾つかの実施形態では、外側境界要素82は、ファイバ導入部84, 86を含むように形成することができる。外側境界要素82およびボビン83は、比較的剛性のプラスチック材料を含む任意の適切な材料から形成することができる。

20

【0030】

本発明のこの実施形態によれば、外側境界要素82の底面82Bおよびボビン83Bの底面83Bの周りにプラスチック材料(例えば、ポリイミド、ポリカーボネートなど)の第1のシート90が取り付けられる。このプラスチック材料の第1のシートは、以下、ファイバ支持構造体80の「ボトムシート90」と規定する。ファイバコイル20は、ボトムシート90上に配置され、ファイバコイル20の直径は、外側境界要素82の内径よりも小さい。その後、外側境界要素82の上面82Tを覆うように、(ボトムシート90と同じ材料または同様の材料で形成された)プラスチック材料の第2のトップシート92が配置される。シート90, 92は、外側境界要素82に溶接(例えば、超音波、熱または化学溶接)することができ、あるいはその他の方法でリングに接着することができる。

30

【0031】

本発明のこの実施形態の1またはそれ以上の構成では、トップシート92は、当該トップシート92が外側境界要素82の内側表面82Iから僅かに張り出すことを可能にする予め設定された幅Wを含むことができる。図10は、図9の構成の一部の破断側面図であり、外側境界要素82の内側表面82Iに対するトップシート92のオーバーハングDおよびボトムシート90を示している。オーバーハングDは、ファイバ支持構造体80の覆われた外側部分を作り出すように設計されており、この外側部分は、図10に示すように、少なくとも2本のファイバ直径よりも僅かに長い幅に広がっている。この構成は、後述するように、オーバーハングの下方にファイバの接合部分を挿入することを可能にする。任意選択的に、スロットまたは切欠部などの特徴部を、トップシート92のオーバーハング部分に含ませることができ、それにより、組立作業中において望ましいときに、ファイバを制御された方法で構造体から逃がすことができる。

40

【0032】

ファイバのコイルを支持するために使用される場合、コイルの直径は、典型的にはファイバ支持構造体80内の利用可能な体積の一部のみを占めるような直径とされる。この場合、ファイバ支持構造体80の占有されていない領域(例えば、上述したように、トップシート92のオーバーハングによって覆われる領域)は、設置または修理中に接合を行う際にしばしば必要となる、追加のファイバの格納のために確保することができる。図11

50

は、ファイバ支持構造体 80 内に収容されるファイバのセットを示している。この図には、上述したように予め作られたファイバコイル 20 と、第 1 のファイバスプライス部 20 - 1 および第 2 のファイバスプライス部 20 - 2 が示されており、ここでは、各スプライス部がファイバコイル 20 の両終端部に結合されている。図 12 は、トップシート 92 によって形成されるオーバーハングの下方のファイバ構造体 80 の外側部分内にファイバスプライス 20 - 1, 20 - 2 を配置する前に、ファイバ支持構造体 80 のボトムシート 90 上に配置されたファイバコイル 20 を示している。ファイバコイルは、必ずしも平面状である必要はなく、ファイバ支持構造体 80 のポピン 83 の周りにスタック構成で配置された複数の平面コイルを含むことができることを理解されたい。

【0033】

実際のところ、予め作られたコイル 20 から延在するファイバスプライス 20 - 1, 20 - 2 の長さは、スプライスがファイバ支持構造体 80 内の予め設定された位置に確実に収まるような精度に制御され、その位置は、ファイバにかかる応力を最小限に抑えるように選択され、その結果、高い信頼性が得られる。その長さは、ファイバが構造体の予備の外側部分に収まるまで益々小さなコイルに折り曲げられて輪状にされるときに、さらに特定される。このため、ファイバは最小の応力状態を達成する（すなわち、長さが制御されていないか又は制御が不十分である場合にひねりに起因して生じるような残留応力は当該ファイバには存在しない）。図 13 は、ファイバ支持構造体 80 内に配置されたファイバスプライス 20 - 1, 20 - 2 を示している。

【0034】

図 13 に示すように、接合されたファイバ 20 - 1, 20 - 2 のループは、自然に拡張して、構造体の予備の部分の最大直径を満たす。したがって、スプライスは、（外側境界要素 82 の内側表面 82 I に近い）利用可能な最大直径の近くに存在し、最終展開状態において可能な限り小さい曲げ応力を受け、高い信頼性と低い挿入損失を保証する。

【0035】

また、トップシート 92 のオーバーハング D によって、スプライス 20 - 1, 20 - 2 をトップシート 92 の下方に配置した後、上述したように、ファイバ支持構造体のボトムシート 90 の外側部分に沿って定位置に配置することが可能になるのは、図 13 から明らかである。この図には、ファイバ構造体 80 内のスプライス 20 - 1, 20 - 2 の配置を制御するために使用されるスロット 94 も示されている。

【0036】

その最終形態では、ファイバ支持構造体 80 は、格納されたファイバコイル 20 およびスプライス 20 - 1, 20 - 2（および / または支持構造体 80 内に収容されるその他の任意のファイバ）を覆い保護する外側カバーをさらに含むことができる。図 14 は、ファイバ構造体 80 に対する外側カバー 100 を示す例示的な構成の分解図である。ファイバコイル 20 およびスプライス 20 - 1, 20 - 2 は、この図には示されていないことに留意されたい。図 15 は、ファイバ構造体 80 のトップシート 92 上の定位置に取り付けられた外側カバー 100 を示す最終図である。

【0037】

図 8 - 図 15 に示す特定の実施形態は、円形の外側境界要素 82 およびポピン 83 の使用を示しているが、ポピン周りの光ファイバに生じる曲げ（湾曲）が最小許容曲げ半径よりも大きくない限りは、その他の幾何学形状を採用することができる。例えば、図 16 のポピン 83 A として示されるやや丸みを帯びた三角形のポピンを使用することができる。

【0038】

図 17 は、例示的なファイバ支持構造体 80 A の平面図であり、この場合、非円形の外側境界要素 82 A（これは、本発明に係る所与のファイバの最小曲げ半径の制約に適合するように依然として構成されている）を利用している。この特定の実施例では、外側境界要素 82 A の内周 82 A I が七角形であり、ファイバコイル 20 のための十分な空間を提供し、追加され得る任意のファイバスプライスのための追加スペースも有する。外側境界要素 82 A の外側形状は、任意の適切な形状とすることができることに留意されたい。図

10

20

30

40

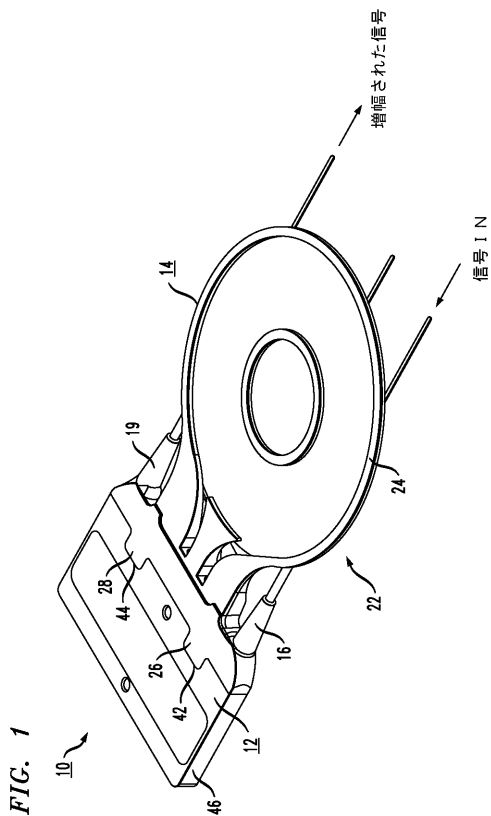
50

17に示す特定の構成では、外側境界が矩形状である。その他の場合には、それは円形であってもよく、あるいは内周82A Iの七角形的设计に従うものであってもよい。当然のことながら、外側境界要素82Aの七角形の幾何学的形状は、単なる例示として考慮すべきであり、特定の用途のための曲げ半径要件を満たしている限りは、様々なその他の幾何学的形状を使用することができる。

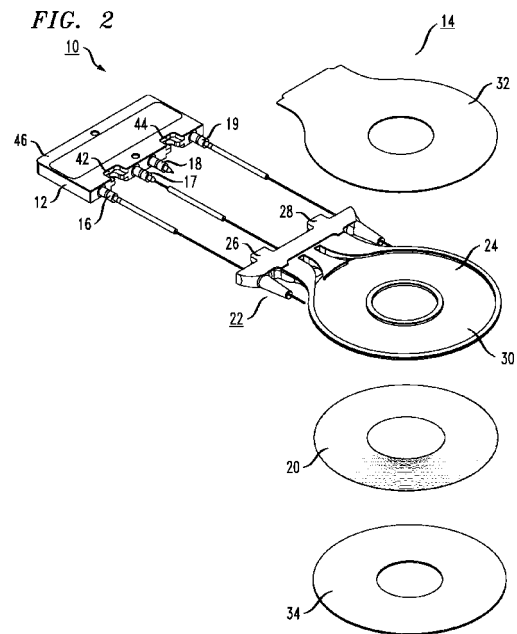
【0039】

当業者であれば、本発明の広い概念から逸脱することなく、上述した実施形態に変更を加えることができることが理解されよう。したがって、本発明は、開示した特定の実施形態に限定されるものではなく、添付の特許請求の範囲によって規定される本発明の概念の主旨および範囲内の変更を含むことが意図されることが理解されよう。

【図1】

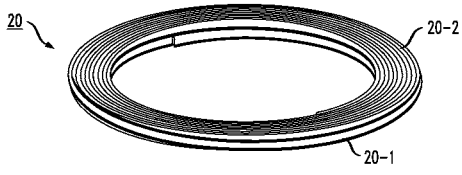


【図2】



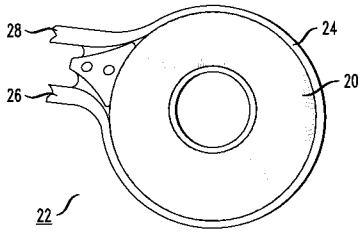
【 図 3 】

FIG. 3

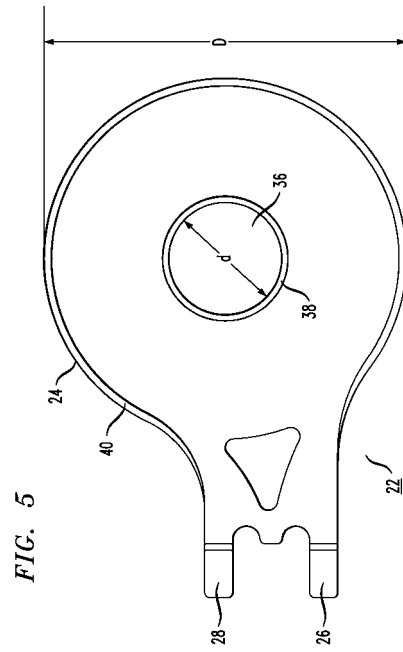


【 図 4 】

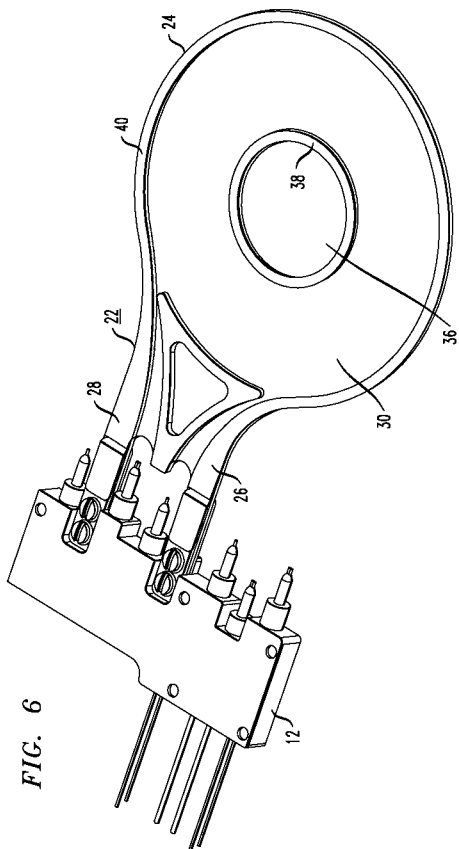
FIG. 4



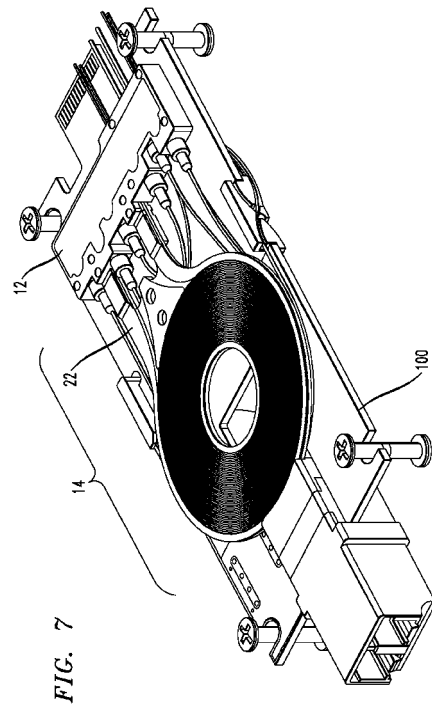
【 図 5 】



【 図 6 】

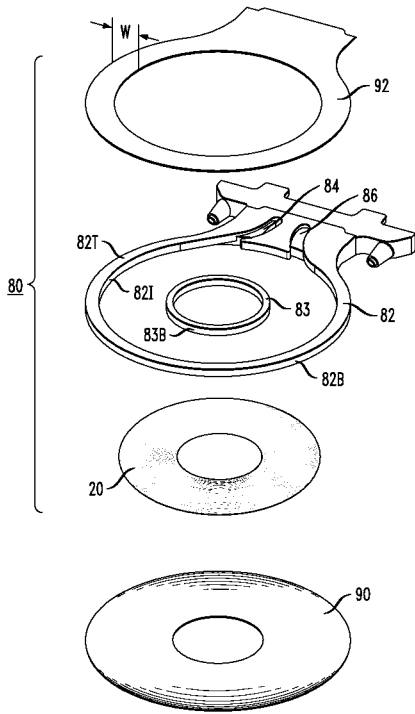


【 図 7 】



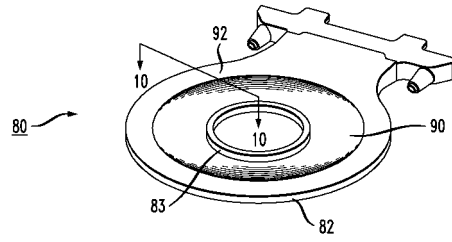
【 図 8 】

FIG. 8



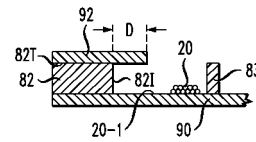
【 図 9 】

FIG. 9



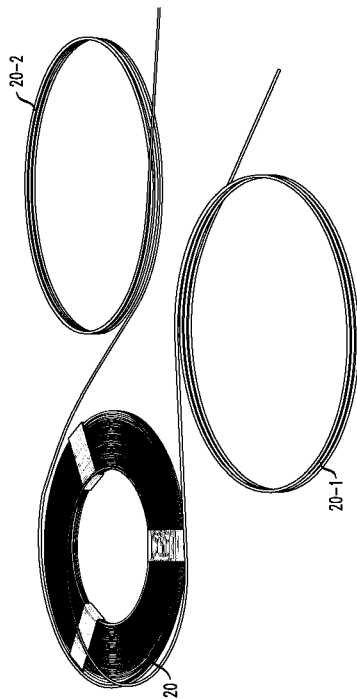
【 図 10 】

FIG. 10



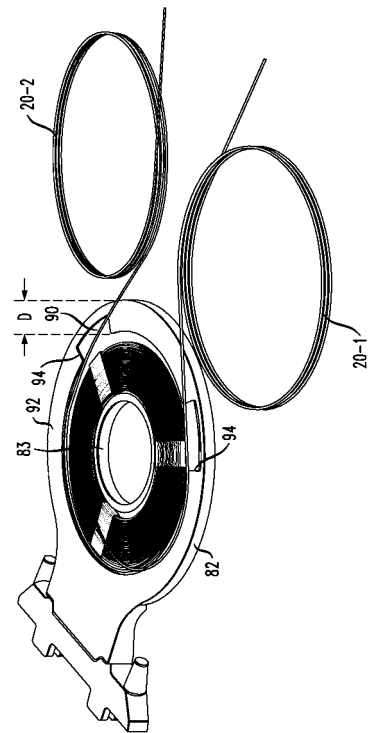
【 図 11 】

FIG. 11

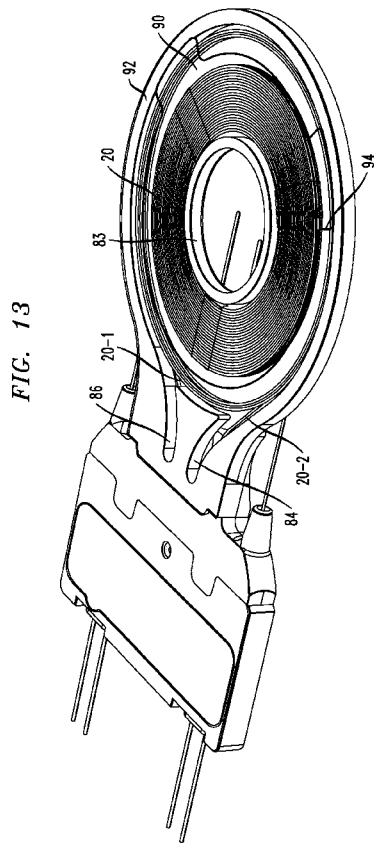


【 図 12 】

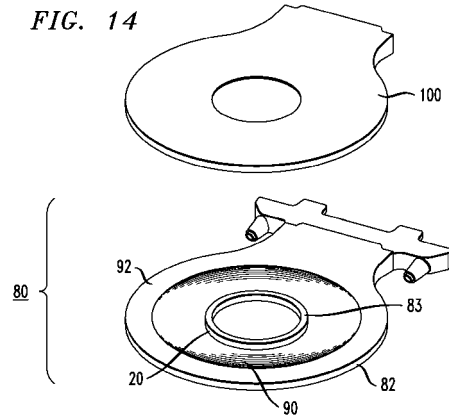
FIG. 12



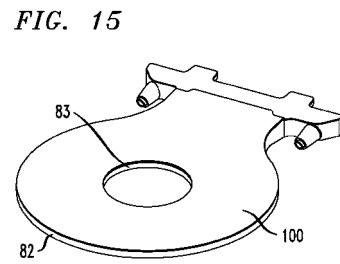
【 図 1 3 】



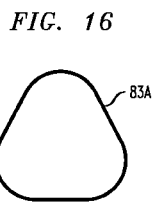
【 図 1 4 】



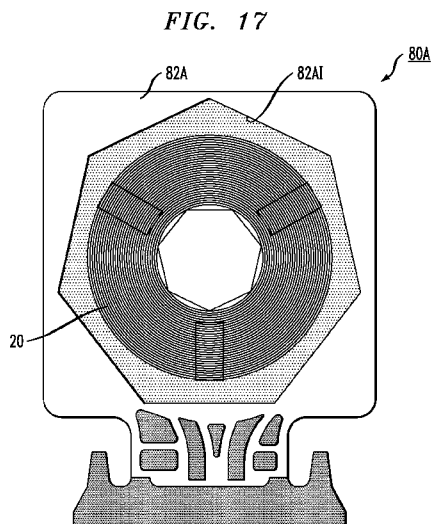
【 図 1 5 】



【 図 1 6 】



【 図 1 7 】



フロントページの続き

- (72)発明者 ダニエル クリストファー マイヤーズ
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14904, エルマイラ, パートリッジストリート 612
- (72)発明者 トッド グレゴリー スターナー
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14830, コーニング, ベイカーズストリート 151
- (72)発明者 マーティン リチャード ウィリアムズ
アメリカ合衆国 ニューヨーク州 14814, ビッグフラッツ, オルコットロードノース 35
- (72)発明者 マーク フィリポヴィチ
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95066, スコッツヴァレー, マーティンドライヴ 35
5
- Fターム(参考) 2H038 CA34
5F172 AF03 AM08 BB82 WW18

【外国語明細書】

2019021909000001.pdf