

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特 許 公 報(B2)

(11) 特許番号

特許第4688869号  
(P4688869)

(45) 発行日 平成23年5月25日(2011.5.25)

(24) 登録日 平成23年2月25日(2011.2.25)

(51) Int. Cl. F 1  
**G 0 2 B 6 / 1 2 ( 2 0 0 6 . 0 1 )** G O 2 B 6 / 1 2 F

請求項の数 17 (全 36 頁)

|               |                               |           |                          |
|---------------|-------------------------------|-----------|--------------------------|
| (21) 出願番号     | 特願2007-511331 (P2007-511331)  | (73) 特許権者 | 500030666                |
| (86) (22) 出願日 | 平成16年5月5日(2004.5.5)           |           | ネオフォトニクス・コーポレーション        |
| (65) 公表番号     | 特表2007-536567 (P2007-536567A) |           | Neophotonics Corporation |
| (43) 公表日      | 平成19年12月13日(2007.12.13)       |           | アメリカ合衆国95134カリフォルニア      |
| (86) 国際出願番号   | PCT/US2004/014084             |           | 州サンノゼ、ザンカー・ロード2911番      |
| (87) 国際公開番号   | W02005/114288                 | (74) 代理人  | 100163647                |
| (87) 国際公開日    | 平成17年12月1日(2005.12.1)         |           | 弁理士 進藤 卓也                |
| 審査請求日         | 平成19年5月2日(2007.5.2)           | (72) 発明者  | コール, ロバート                |
|               |                               |           | アメリカ合衆国 カリフォルニア 951      |
|               |                               |           | 40, マウント ハミルトン, スリー ス    |
|               |                               |           | プリングス ロード 3080           |

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 アサーマルAWGおよび可変幅の溝を用いる低消費電力AWG

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

第1の熱膨張係数を有する基材であって、ヒンジによって分離された第1の領域および第2の領域を含む、基材；

該基材を覆うように配置されたアレイ導波路チップであって、レンズ、該レンズに光学的に結合された導波路回折格子、および該レンズまたは該導波路回折格子の1つを二分する溝を含む、アレイ導波路チップ；および

第2の熱膨張係数を有するアクチュエーターであって、該基材の該第1の領域および該第2の領域を接続する、アクチュエーター；

を含む、光集積回路であって、

該第2の熱膨張係数が、該第1の熱膨張係数とは異なり、該光集積回路の温度感受性が緩和され、

該アクチュエーターの膨張または収縮により、該第1の領域および該第2の領域が、該ヒンジの周りを回転するとともに、該溝の中の該アレイ導波路チップの端が回転するように構成されている、

光集積回路。

【請求項2】

前記第2の熱膨張係数が、前記第1の熱膨張係数よりも小さい、請求項1に記載の光集積回路。

【請求項3】

前記第 2 の熱膨張係数が、前記第 1 の熱膨張係数よりも大きい、請求項 1 に記載の光集積回路。

【請求項 4】

前記アクチュエーターが、圧電素子、電歪アクチュエーター、ソレノイド、または電動モーターの 1 つである、請求項 1 に記載の光集積回路。

【請求項 5】

前記溝が、前記導波路回折格子を二分する、請求項 1 に記載の光集積回路。

【請求項 6】

前記溝が、波長板を含む、請求項 5 に記載の光集積回路。

【請求項 7】

前記溝が、前記レンズを二分する、請求項 1 に記載の光集積回路。

【請求項 8】

前記溝が、約 1 ミクロン以上および約 50 ミクロン以下の幅を有する、請求項 1 に記載の光集積回路。

【請求項 9】

前記溝が、前記アレイ導波路チップを二分し、それによって該アレイ導波路チップの第 1 の断片および該アレイ導波路チップの第 2 の断片を形成し、該アレイ導波路チップの第 1 の断片が前記基材の第 1 の領域によって支持され、そして該アレイ導波路チップの第 2 の断片が前記第 2 の領域によって支持される、請求項 1 に記載の光集積回路。

【請求項 10】

前記レンズが、第 1 のレンズおよび第 2 のレンズからなり、前記アレイ導波路チップが、該第 1 のレンズに光学的に結合された少なくとも 1 つの入力導波路、該第 2 のレンズに光学的に結合された少なくとも 1 つの出力導波路、該第 1 のレンズおよび該第 2 のレンズに光学的に結合された導波路回折格子を含み、そして前記溝が、該第 1 のレンズ、該第 2 のレンズ、または該導波路回折格子の 1 つを二分する、請求項 1 に記載の光集積回路。

【請求項 11】

前記アレイ導波路チップが、さらにミラーを含み、そして前記溝が、該ミラーと前記レンズまたは前記導波路回折格子の 1 つとの間の空間を二分する、請求項 1 に記載の光集積回路。

【請求項 12】

レンズおよび該レンズに光学的に結合された導波路回折格子がその上に配置された基板、および該レンズまたは該導波路回折格子の 1 つを 2 つに切断する溝を含むアレイ導波路チップであって、該基板が第 1 の熱膨張係数を有し、ヒンジによって分離された第 1 の領域および第 2 の領域を含む、該アレイ導波路チップ；および

第 2 の熱膨張係数を有するアクチュエーターであって、該アレイ導波路チップの該第 1 の領域および該第 2 の領域に接続する、アクチュエーター；

を含む、光集積回路であって、

該第 2 の熱膨張係数が、該第 1 の熱膨張係数とは異なり、該光集積回路の温度感受性が緩和され、

該アクチュエーターの膨張または収縮により、該第 1 の領域および該第 2 の領域が、該ヒンジの周りを回転するとともに、該溝の中の該アレイ導波路チップの端が回転するように構成されている、

光集積回路。

【請求項 13】

前記第 2 の熱膨張係数と前記第 1 の熱膨張係数との間の差が、少なくとも 100 % である、請求項 12 に記載の光集積回路。

【請求項 14】

前記溝が、約 3 ミクロン以上および約 30 ミクロン以下の幅を有する、請求項 12 に記載の光集積回路。

【請求項 15】

10

20

30

40

50

前記レンズが、第1のレンズおよび第2のレンズからなり、前記アレイ導波路チップが、該第1のレンズに光学的に結合された少なくとも1つの入力導波路、該第2のレンズに光学的に結合された少なくとも1つの出力導波路、該第1のレンズおよび該第2のレンズに光学的に結合された導波路回折格子を含み、そして前記溝が、該第1のレンズ、該第2のレンズ、または該導波路回折格子の1つを2つに切断する、請求項12に記載の光集積回路。

【請求項16】

光集積回路の製造方法であって、

第1の熱膨張係数を有する基材を提供する工程であって、該基材が、ヒンジによって分離された第1の領域および第2の領域を含むように成形される工程；

該基材にアレイ導波路チップをはり付ける工程であって、該アレイ導波路チップが、レンズおよび該レンズに光学的に結合された導波路回折格子を含む、工程；

該アレイ導波路チップに溝を形成する工程であって、該溝が、該レンズまたは該導波路回折格子の1つを2つに分離する、工程；および

第2の熱膨張係数を有するアクチュエーターを該基材にはり付ける工程であって、該アクチュエーターが、該基材の該第1の領域および該第2の領域を接続し、該第2の熱膨張係数が、該第1の熱膨張係数とは異なり、該光集積回路の温度感受性が緩和される、工程；

を包含し、

該アクチュエーターの膨張または収縮により、該第1の領域および該第2の領域が、該ヒンジの周りを回転するとともに、該溝の中の該アレイ導波路チップの端が回転するように構成されている、

方法。

【請求項17】

光集積回路の製造方法であって、

アレイ導波路チップを提供する工程であって、該アレイ導波路チップが、基板、レンズ、および該レンズに光学的に結合される導波路回折格子を含み、該基板が、第1の熱膨張係数を有する、工程；

間隙によって分けられ、そしてヒンジによって接続された第1の領域および第2の領域を含むように該アレイ導波路チップを成形する工程；および

第2の熱膨張係数を有するアクチュエーターを該アレイ導波路チップにはり付ける工程であって、該アクチュエーターが、該アレイ導波路チップの該第1の領域および該第2の領域に接続し、該第2の熱膨張係数が、該第1の熱膨張係数とは異なり、該光集積回路の温度感受性が緩和され、該間隙が、該レンズまたは該導波路回折格子の1つを分離する、工程；

を包含し、

該アクチュエーターの膨張または収縮により、該第1の領域および該第2の領域が、該ヒンジの周りを回転するとともに、該間隙の中の該アレイ導波路チップの端が回転するように構成されている、

方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、光集積回路の分野、およびより詳細には、温度非依存の中心波長を有するアレイ導波路を提供する装置および方法に関する。

【背景技術】

【0002】

光集積回路(OIC)は、1×N光スプリッタ、光スイッチ、波長分割マルチプレクサー(WDM)、デマルチプレクサー、光加算/降下マルチプレクサー(OADM)などの多くの形態になる。このようなOICは、データを搬送するための光デバイス間で光シグ

10

20

30

40

50

ナルを伝送する光ネットワークの構築に用いられる。例えば、導電性の電線経由の電気シグナルの伝送を用いる遠隔通信ネットワークおよびデータ通信ネットワーク内の伝統的なシグナル交換は、光学（例えば、光）シグナルが伝送される光ファイバーおよび回路に置き換えられている。このような光学シグナルは、光ネットワークによるこのような情報の伝送のために、調節技法によってデータまたは他の情報を搬送し得る。O I Cは、光学および電氣的媒体間の中間変換をすることなく、光学シグナルの分岐、結合、スイッチ、分離、マルチプレクシング、およびデマルチプレクシングを可能にする。

#### 【 0 0 0 3 】

このような光回路は、平坦な基板上に光導波路を有するプレーナ光波回路（P L C）を含み、これは、多くの入力光ファイバーの1つから多くの出力光ファイバーまたは光回路の任意の1つへ光学シグナルを経路制御するために用いられ得る。P L Cは、代表的には半導体産業に関連する製造技法の採用によるファイバー構成部品とともに利用可能であるよりも、より高密度、より大きな生産量、およびより多様な機能を達成することを可能にする。例えば、P L Cは、リソグラフィ加工を用いるシリコンウエハ基板上に形成された導波路として知られる光学通路を含み、この導波路は、伝送可能な媒体から製造され、これらは、光学通路に沿って光を導くために、チップ基板または遠隔のクラッド層よりもより高い屈折率を有する。高度なフォトリソグラフィおよび他の加工を用いることにより、P L Cは、単一の光チップ中に多数の構成部品および機能性を集積するように作られている。

#### 【 0 0 0 4 】

P L Cおよび特にO I Cの1つの重要な応用は、一般的には、重波長分割マルチプレクシング（D W D M）を含む波長分割マルチプレクシング（W D M）に関連する。D W D Mは、それぞれ別々の情報を搬送する異なる波長の光学シグナルが光ネットワーク中の単一の光チャネルまたはファイバーを経由して伝送されることを可能にする。現在のマルチプレクス光学システムは、各光ファイバーにおいて160もの多くの波長を用いる。

#### 【 0 0 0 5 】

このようなネットワークにおいて高度なマルチプレクシングおよびデマルチプレクシング（例えば、D W D M）ならびに他の機能を提供するために、アレイ導波路回折格子（A W G）がP L Cの形態で開発されている。A W Gの存在により、80チャネルまでのマルチプレクシングまたはデマルチプレクシング、あるいは50GHzもの接近した間隔の波長を提供し得る。図1に示すように、従来のデマルチプレクシングA W G 2は、単一の入力部3および多数の出力部4を含む。多波長光は、（図示しないが、例えば、ネットワークにおける光ファイバーから）入力部3で受け入れられ、そして入力光学通路または導波路6を経由して入力レンズ5に提供される。

#### 【 0 0 0 6 】

入力レンズ5は、ときどき導波路回折格子といわれる、導波路7のアレイ中に多波長光を広げる。導波路7のそれぞれは、入力レンズ5から出力レンズ8まで異なる光学通路長を有し、その結果、波長に依存して出力レンズ8への入力で異なる位相傾斜になる。この位相傾斜は、次に、出力レンズ8における建設的干渉による光の再結合の仕方に影響を与える。したがって、出力レンズ8は、個々の出力導波路9を経由して出力部4で異なる波長を提供し、それによってA W G 2は、入力部6から入る光シグナルを、出力部4で2以上のデマルチプレクスしたシグナルにデマルチプレクスするために用いられ得る。あるいは、A W G 2は、出力部4からの光シグナルを入力部3で2以上の波長構成成分を有するマルチプレクスしたシグナルにマルチプレクスするために使用され得る。

#### 【 0 0 0 7 】

図1の従来のA W G 2のようなO I Cでの問題は、温度感受性である。導波路材料は、通常、温度依存的屈折率を有するので、マルチ/デマルチプレクサーのチャネル波長は、温度の変動につれてシフトする。このシフトは、代表的には、シリカベースのデバイスでは約0.01nm/E およびInPベースのデバイスでは約0.1nm/E である。この波長シフトは、A W G 2を用いる通信システムでのシグナルおよび/またはクロスト

10

20

30

40

50

ークの損失を生じ得る。通信システムは、ますますより小さいチャンネルスペーシングを有するように設計されているので、小さな温度依存的波長シフトでさえも、システムの性能に著しい影響を有し得る。現在、AWGは、許容可能に実行するために、デバイス稼働温度が有効な安定性を有さなければならない。この安定性は、代表的には、抵抗性ヒーター、温度センサー、実際のエレクトロニクス、およびある場合には熱電式冷却器の付加により達成される。たとえAWGが受動フィルターであっても、現在、効率的に稼働するためには重要なエレクトロニクスおよび2～3ワットの出力を必要とする。

【発明の開示】

【0008】

以下に、本発明のいくつかの局面の基本的な理解を提供するために、本発明の簡単な要旨を示す。この要旨は、本発明の広い概説ではない。本発明の主要または重要な要素を特定することも、本発明の範囲を記載することも意図しない。むしろ、この要旨の唯一の目的は、以下に示すより詳細な説明の前書きとしての簡単な形態で本発明のいくつかの概念を示すことである。

【0009】

本発明は、従来の光集積回路および他のデバイスに関連する欠点を緩和および/または克服するアサーマル光集積回路および光集積回路をアサーマル化するための方法を提供する。本発明はさらに、OICを製造する方法ならびに溝およびアクチュエーターを利用して温度感受性を緩和する方法を包含する。本発明の別の局面では、明らかな低消費電力はまた、温度応答性の機械的なアクチュエーターを用いることに起因する。本発明はまた、従来のOICおよび他のデバイスに関連する欠点を緩和および/または克服する機械的なビーム操縦のためのOIC装置および方法を提供する。本発明はさらに、OICの製造方法およびOICにおいて機械的なビーム操縦のためのアクチュエーターを利用して温度感受性を緩和する方法を包含する。

【0010】

本発明の1つの局面によれば、ヒンジによって分離された第1の領域および第2の領域を含む基材、および該基材を覆うAWGチップを含む光集積回路が提供され、光集積回路では、溝がレンズの1つおよび導波路回折格子のうちの1つ以上を横切り、そしてアクチュエーターが基材の第1の領域および第2の領域を接続している。基材およびアクチュエーターは、異なる熱膨張係数を有する。アクチュエーターは、温度変化で膨張および/または収縮して、第1の領域およびそれを覆うAWGチップの少なくとも一部を、第2の領域を覆うAWGチップの一部に対して移動させる。したがって、導波路の温度依存的屈折率に関連する波長のシフトが緩和され得る。

【0011】

本発明の他の局面によれば、レンズおよび導波路回折格子の1つ以上を横切る溝を有するAWGチップを含む光集積回路が提供される。AWGチップは、ヒンジによって接続され、そして溝によって分離された第1の領域および第2の領域を含む。アクチュエーターは、AWGチップの第1の領域および第2の領域を接続する。AWGチップ基板およびアクチュエーターは、異なる熱膨張係数を有する。アクチュエーターは、温度変化で膨張および/または収縮して、AWGチップの第1の領域を、第2の領域に対して移動させる。したがって、導波路の温度依存的屈折率に関連する波長のシフトが緩和され得る。

【0012】

本発明の他の局面は、導波路の温度依存的屈折率に関連する波長のシフトを緩和し得るOICを製造するための方法論を提供する。OICの製造は、AWGチップに溝を形成する工程を包含し、そのためアクチュエーターは、温度変化に応答してチップの異なる部分間の相対的移動を誘導し得る。

【0013】

本発明の他の局面によれば、第2の熱膨張係数を有する第2のアクチュエーターの本体部に結合された第1の熱膨張係数を有する第1のアクチュエーターの本体部を有するアクチュエーターが提供される。本発明の他の局面は、OICに使用されるアクチュエーター

10

20

30

40

50

が提供される。O I Cは、導波路を有する第1の領域、導波路を有する第2の領域、および第1の領域および第2の領域を結合する接続領域を含む。接続領域は第1のレンズを含み、それは第1の領域の導波路を第2の領域の導波路に光学的に結合する。アクチュエーターは、例えば、機械的ビーム操縦を容易にするために、第1の領域に隣接して配置される。

【0014】

本発明のさらなる他の局面は、O I Cを製造するための方法論を提供する。この方法は、基材を提供する工程、第1の領域に少なくとも1つの導波路を形成する工程、第2の領域に少なくとも1つの導波路を形成する工程、および第1の領域の少なくとも1つの導波路を第2の領域の少なくとも1つの導波路に結合する第1のレンズを含む接続領域を形成する工程を包含する。第1の領域および第2の領域は、次いで、一般的に接続領域を介して供給される機械的連続性が維持されるように、互いにスクロールダイスされる。その後、アクチュエーターが、第1の領域と第2の領域との間に配置される。

10

【0015】

上記および関連の結果の完成のために、本発明のある例示の局面が、以下の説明および添付の図面とともに本明細書に記載される。しかし、これらの局面は、本発明の原理が用いられ得る種々の方法のうち2~3のみを示し、そして本発明がこのようすべての局面およびその等価物を含むことを意図する。本発明の他の有利点および新規な特徴は、図面とともに考慮する場合、本発明の以下の詳細な説明から明らかになる。

【発明を実施するための最良の形態】

20

【0016】

本発明の種々の局面は、ここで図面を参照して記載され、全体を通して同様の参照数字が同様のエレメントをいうために使用される。本発明は、機械的なビーム操縦を用いることによる光集積回路の温度感受性の緩和を提供する。

【0017】

本発明は、互いに相対的に移動し得る2以上の異なる領域または断片を有するO I CまたはAWGを用いてビーム偏向を使用することによる、アサーマルO I Cおよび低消費電力のO I Cを提供する。この相対的移動は、2つの断片の動きに比例するO I Cの、中心波長(CW)または所定のチャンネルのためのピーク送電の波長をシフトさせる。O I Cは、2つの断片の動きによって生じるCW変化の程度が、(O I Cの膨張/収縮および導波路屈折率の温度依存性によって生じるような)O I Cに固有のCW変化と同等の大きさおよび反対のサインになるように設計され、次いで、デバイスは、およそ正味0のCWの温度依存性を有し、実質的に温度非依存である中心波長を有する。したがって、アサーマルと称される。

30

【0018】

O I Cの温度が上昇または低下するにつれて、1以上の領域の導波路の屈折率は変化し得る。この温度に基づく屈折率変化を補正するために、アクチュエーターが温度変化の結果として膨張/収縮して、溝の中のAWGチップの端を移動(例えば、回転)させる。温度変化によって引き起こされる移動(回転)は、温度依存的屈折率のため、導波路における温度変化で誘導される波長シフトに対応するか、またはこれを補正する。このように、導波路の温度依存的な屈折率の変化に関連する波長シフトは緩和され得る。したがって、O I Cを用いる通信システムにおけるシグナルおよび/またはクロストークの損失が低減され得る。

40

【0019】

概して、AWGチップは、基材を覆うように配置される。基材はヒンジを有しており、基材の第1の領域および第2の領域を分離しかつ接続する。ヒンジは、第1の領域および第2の領域を接続し、さらに基材の第1の領域および第2の領域を、互いに相対的に移動させる。代表的には、ヒンジは、基材の比較的狭いストリップである(または後述するAWG基板)。アクチュエーターは、基材の第1の領域および第2の領域に接続され、そしてアクチュエーターの膨張/収縮が、ヒンジのまわりの第1の領域および第2の領域の移

50

動を誘導し得る。アクチュエーターおよび基材は、異なる熱膨張係数を有する。溝または間隙は、少なくともほぼヒンジを覆う位置においてAWGチップに形成される。溝の片側におけるAWGチップの一部分または断片は、基材の第1の領域によって覆われ支持される。一方、溝の他側におけるAWGチップの他の部分または断片は、基材の第2の領域によって覆われ支持される。したがって、アクチュエーターの膨張/収縮によって誘導されるヒンジのまわりの第1の領域および第2の領域の移動は、AWGチップの2つの部分または断片を互いに相対的に移動させる。

【0020】

あるいは、アクチュエーターは、AWGチップの2つの部分または断片を接続し、そしてアクチュエーターの膨張/収縮は、AWGチップの2つの部分または断片の移動を互いに相対的に誘導し得る。アクチュエーターおよびAWGチップ基板は、異なる熱膨張係数を有する。基材は、AWGチップの部分または断片間のこのような移動(上述のような)を可能にするように構成される。

10

【0021】

さらにあるいは、上述のメカニズムは、AWGチップの約半分を含む構造に適用され得るが、ミラーが装備される。このような構造において、溝は、導波路回折格子またはレンズをミラーに近接して配置することによって形成されるが、(移動可能にするために)ミラーに直接取り付けられていない。アクチュエーターおよびAWGチップ/ミラー基板は、異なる熱膨張係数を有する。

【0022】

導波路回折格子を含むAWGチップは、長さについて議論されるが、OICはマッハ-ツェンダー(Mach-Zehnder)干渉計を含み得る。この場合、溝は、マッハ-ツェンダーデバイスのアームまたは導波路を横切る。

20

【0023】

AWGチップの溝の幅、あるいはAWGチップとミラーとの間の幅(以下、溝ともいう)は、十分にあり、CWをシフトする移動を可能にする。1つの実施態様では、溝の幅は、約1ミクロン以上および約50ミクロン以下である。他の実施態様では、溝の幅は、約3ミクロン以上および約30ミクロン以下である。さらなる他の実施態様では、溝の幅は、約5ミクロン以上および約25ミクロン以下である。よりさらなる他の実施態様では、溝の幅は、約7ミクロン以上および約20ミクロン以下である。AWGチップは、1より多くの溝を含み得る。溝または間隙は、レンズ、導波路回折格子を横切るか、またはミラーに隣接するので、直線、曲線であり得、対称形状または非対称形状を有し得る。溝が非対称の実施態様では、溝の幅は、レンズまたは導波路回折格子を横切るので、変化し得るが、依然として上述の幅のパラメータ内のままであり得る。50ミクロンを超える幅では、挿入損失の問題が重要になり始める。

30

【0024】

アクチュエーターと基材との間の熱膨張係数における差、アクチュエーターとAWGチップ基板との間の熱膨張係数における差、またはアクチュエーターとAWGチップ/ミラー基板との間の熱膨張係数における差は、十分にあり、アクチュエーターの膨張/収縮によって、AWGチップの2つの部分または断片の相対的な移動を誘導する。1つの実施態様では、熱膨張係数の差(例えば、アクチュエーターと基材との間)は、少なくとも約25%である。他の実施態様では、熱膨張係数の差は、少なくとも約100%である(言い換えれば、アクチュエーターは、基材の値の少なくとも2倍であり得る)。さらなる他の実施態様では、熱膨張係数の差は、少なくとも約200%である(言い換えれば、アクチュエーターは、基材の値の少なくとも3倍であり得る)。1つの実施態様では、アサーマルOICはAWGチップを含み、このAWGチップは、導波路回折格子の下に、例えば導波路回折格子の中央部の下に配置されたヒンジを有する基材またはライザーを覆うように装着される。例えば、図2~4を参照すると、このようなOICの例、およびOICの製造方法が示される。

40

【0025】

50

具体的に、図2を参照すると、基材10(時々、ライザーという)が示される。基板10は、第1の領域11および第2の領域13を分離しつつ接続するヒンジ14を含むように構成される。基材は、第1の熱膨張係数を有する材料で作られる。基材は、金属、金属合金、または硬質プラスチック材料でなり得る。金属の例としては、アルミニウム、真鍮、青銅、クロム、銅、金、鉄、マグネシウム、ニッケル、パラジウム、白金、銀、ステンレススチール、錫、チタン、タングステン、亜鉛、ジルコニウム、ハステロイ(Hastelloy; 登録商標)、コバルト(Kovar; 登録商標)、インバー(Invar)、モネル(Monel; 登録商標)、インコネル(Inconel; 登録商標)などの1以上が挙げられる。

【0026】

第2の熱膨張係数(基材10の第1の熱膨張係数と異なる)を有するアクチュエーター12が設けられ、基材10の第1の領域11および第2の領域13を接続する。基材は、ヒンジ14のため曲がり得る。すなわち、第1の領域11および第2の領域13は、ヒンジ14の周りを矢印と一致するように回転し得る。

【0027】

アクチュエーター12は、アルミニウム、真鍮、青銅、クロム、銅、金、鉄、マグネシウム、ニッケル、パラジウム、白金、銀、ステンレススチール、錫、チタン、タングステン、亜鉛、ジルコニウム、ハステロイ(Hastelloy; 登録商標)、コバルト(Kovar; 登録商標)、インバー(Invar)、モネル(Monel; 登録商標)、インコネル(Inconel; 登録商標)のような金属、アルミナまたはケイ酸アルミニウムのようなセラミック材料、シリコンゴムまたはエラストマーのようなポリマー材料、ポリカーボネート、ポリオレフィン、ポリアミド、ポリエステル、液晶ポリマー、ポリマー複合体材料(カーボンファイバー、グラファイト、またはファイバーガラスを組み合わせたポリマー)などの1以上で作成され得る。ポリマー複合体の例は、ファイバーガラスで強化されたナイロンのデュボンのザイテル(Zytel; 登録商標)である。あるいは、アクチュエーター12は、全体として(基材10の熱膨張係数と異なる)特定の熱膨張係数を有するように設計された多くの異なる材料を含む機械的なアセンブリであり得る。

【0028】

あるいは、機械的アクチュエーター12は、圧電素子、電歪アクチュエーター、ソレノイド、電気モーター(例えば、サーボモーター)、リニアモーター、またはステップモーター、または熱抵抗性熱膨張メンバーであり得る。アクチュエーター12が、圧電素子、ソレノイド、電気モーター、または熱抵抗性熱膨張メンバーの1つである場合、1以上の温度センサーが、アクチュエーターに接続されるフィードバックループに接続された導波路回折格子内部に配置され得る(コントローラーおよび/またはプロセッサも、フィードバックループに含まれ得る)。センサーによって検知される温度変化は、シグナルを導き、このシグナルは、コントローラー/プロセッサに送られ、アクチュエーターの機械的な作動を順番に導く。他の実施態様では、アクチュエーターまたはブロックは、2001年10月24日に出版された同時係属中の米国出願番号09/999,692(現在は「光集積回路用の機械的なビーム操縦」という表題の米国特許第6,603,892号)に関連の概念とともに記載されており、これは、参考文献として本明細書に援用される。

【0029】

図3を参照すると、AWGチップ16は、基材10に任意の適切な手段で貼り付けられる。例えば、UV硬化性接着剤のような接着剤が、AWGチップ16と基材10との間に配置される。基板、入力導波路、第1のレンズ、第2のレンズ、多数の導波路を含む2つのレンズ間の導波路回折格子、および出力導波路を有するAWGチップ16が示される。AWGチップ16の基板は、シリカ、ケイ素、InP、GaAsなどの1以上からなり得る。入力導波路、導波路回折格子、および出力導波路は、独立して、ニオブ酸リチウム(LiNbO<sub>3</sub>)または他の無機結晶、ドーブシリカ、無ドーブシリカ、ガラス、熱光学ポリマー、電気光学ポリマー、およびリン化インジウム(InP)のような半導体の1以上で作成され得る。クラッド層は、種々の導波路で囲まれ得る。なお、アクチュエーター1

10

20

30

40

50

2は、AWGチップ16が基材10に貼り付けられる前または後に、基材10に付着され得る。示されていないが、AWGチップ16および/または基材10は、溝18の長さを最小限にするために、すなわち、溝が導波路回折格子（または後述するレンズ）を横切らない位置で、溝の幅を大きく広げるために、切断され得る。

#### 【0030】

この実施態様では、AWGチップ16は、基材を覆うように配置され、そのため導波路回折格子は、基材10のヒンジ14のすぐ上にある。間隙または溝18は、AWGチップ16に形成され、導波路回折格子を横切る。溝18は、AWGチップ16を通して、垂直にずっと伸び、そしてAWGチップ16を2つの別の断片に分割しまたは分割しない。AWGチップは、ダイシングソー、ウォータージェットカッター、化学的エッチング、レーザーウエハカッター、ワイヤーソー、EDMなどを用いることを含む任意の適切な様式でダイスされる。溝18の片側におけるAWGチップ16の一部分は、基材10の第1の領域11によって支持される。一方、溝18の他側におけるAWGチップ16の他の部分は、基材10の第2の領域13によって支持される。

#### 【0031】

図4を参照すると、図3の矢印に沿った図3の構造物の側面が示される。間隙18は、垂直方向にAWGチップ16を貫通する。間隙18は、回折格子の中央またはほぼ中央に、または回折格子の導波路に直角にまたはほぼ直角に配置される。溝18内のAWGチップ16の内部端は、基材10の表面に垂直に示されるが、溝18は、必要に応じて、光が溝18と交差するときの光の背後反射を緩和するために、基材表面の垂直線に対して小さい角度であるように形成される。例えば、溝18は、基材表面の垂直線に対して約5°以上および約15°以下の角度で形成され得る。

#### 【0032】

間隙または溝18内に、波長板（示されていない）、例えば、ハーフ波長板が必要に応じて形成され得る。さらにまたはあるいは、間隙または溝18は、導波路回折格子の導波路の屈折率と実質的に整合する屈折率を有する接着剤、ゲル、ポリマー、または液体で満たされ得る。この効果は、屈折率整合物質の屈折率にのみ弱く依存し、そのため、物質の屈折率の厳格な制御は必要ではない。さらにあるいは、（溝18内の）AWGチップ16の内面端は、反射防止膜でコーティングされ得、そして空気に露出したままであり得る。

#### 【0033】

構造物の温度が変化するにつれて、アクチュエーター12は、熱膨張係数の差のため、基材10とは異なる速度で長さを変化させる。これは、（溝18のいずれかの側における）AWGの2つの領域間の角度の変化を引き起こし、そして導波路格回折子内の異なる導波路について異なる位相遅延を引き起こし、したがって、デバイスのCWシフトを引き起こす。アクチュエーターおよび基材材料のサイズおよび形状は、アクチュエーターの熱膨張/収縮によって引き起こされるCWシフトが、温度変化のためAWGのCWシフトと正確につり合うように選択される。その結果、AWGのCWは、温度非依存である。アクチュエーターに置かれた予備バイアスの量はまた、AWGのための正確なCWに合わせるために調整され得る。

#### 【0034】

他の実施態様では、アサーマルOICは、レンズの1つの下に配置されたヒンジを有する基材またはライザーを覆うように取り付けられたAWGチップを含む。例えば、図5～8を参照すると、このようなOICの例、およびOICの製造方法が示される。

#### 【0035】

具体的に、図5を参照すると、基材20が示される。基材20は、第1の領域21および第2の領域23を分離しかつ接続するヒンジ24を含むように構成される。基材は、第1の熱膨張係数を有する材料からなる。第2の熱膨張係数（基材20の第1の熱膨張係数と異なる）を有するアクチュエーター22が設けられ、基材20の第1の領域21および第2の領域23を接続する。基材は、ヒンジ24のため曲がり得る。すなわち、第1の領域21および第2の領域23は、ヒンジ24の周りを矢印と一致するように回転し得る。

## 【 0 0 3 6 】

図 6 を参照すると、A W G チップ 2 6 は、基材 2 0 に任意の適切な手段で貼り付けられる。例えば、接着剤が A W G チップ 2 6 と基材 2 0 との間に配置され得る。基板、入力導波路、第 1 のレンズ、第 2 のレンズ、多数の導波路を含む 2 つのレンズ間の導波路回折格子、および出力導波路を有する A W G チップ 2 6 が示される。基材 2 0、基板、アクチュエーター 2 2、および導波路は、図 2 および 3 に関連して記載されたこれらの特徴のための任意の材料からなり得る。なお、アクチュエーター 2 2 は、A W G チップ 2 6 が基材 2 0 に貼り付けられる前または後に、基材 2 0 に付着され得る。

## 【 0 0 3 7 】

この実施態様では、A W G チップ 2 6 は、基材を覆うように配置され、そのためレンズの 1 つは、基材 2 0 のヒンジ 2 4 のすぐ上にある。間隙または溝 2 8 は、A W G チップ 2 6 に形成され、レンズを横切る。溝 2 8 は、レンズの中央、レンズの入力 / 出力導波路側の近く、またはレンズの導波路回折格子側の近くに形成され得る。溝 2 8 は、A W G チップ 2 6 を通って、垂直にずっと伸び、そして A W G チップ 2 6 を 2 つの別の断片に分割しまたは分割しない。溝は、ダイシングソー、ウォータージェットカッター、化学的エッチング、レーザーウエハカッター、ワイヤーソー、E D M などを用いることを含む任意の適切な様式で形成される。溝 2 8 の片側における A W G チップ 2 6 の一部分は、基材 2 0 の第 1 の領域 2 1 によって支持される。一方、溝 2 8 の他側における A W G チップ 2 6 (導波路回折格子を含む) の他の部分は、基材 2 0 の第 2 の領域 2 3 によって支持される。

## 【 0 0 3 8 】

間隙または溝 2 8 は、必要に応じて、レンズの屈折率と実質的に整合する屈折率を有する接着剤、ゲル、ポリマー、または液体で満たされ得る。効果は、屈折率整合物質の屈折率にのみ弱く依存し、そのため、物質の屈折率の厳格な制御は必要ではない。あるいは、(溝 2 8 内の) A W G チップ 2 6 の内面端は、必要に応じて、反射防止膜でコーティングされ得、そして空気に露出したままであり得る。

## 【 0 0 3 9 】

構造物の温度が変化するにつれて、アクチュエーター 2 2 は、熱膨張係数の差のため、基材 2 0 とは異なる速度で長さを変化させる。これは、(溝 2 8 のいずれかの側における) A W G の 2 つの領域間、特に溝 2 8 によって横切られたレンズの 2 つの領域間の角度の変化、およびレンズおよび入力 (または出力) 導波路部分の偏向を引き起こし、そのため、光の焦点に相対的に導波路を移動する。したがって、波長が導波路回折格子に集中するようにシフトし、デバイスの C W のシフトを引き起こす。アクチュエーターおよび基材材料のサイズおよび形状は、アクチュエーターの熱膨張 / 収縮によって引き起こされる C W シフトが、温度変化のため A W G の C W シフトと正確につり合うように選択される。その結果、A W G の C W は、温度非依存である。アクチュエーターに置かれた予備バイアスの量はまた、A W G のための正確な C W に合わせるために調整され得る。

## 【 0 0 4 0 】

具体的に、図 7 を参照すると、基材 3 0 が示される。基材 3 0 は、第 1 の領域 3 1 および第 2 の領域 3 3 を分離しかつ接続するヒンジ 3 4 を含むように構成される。基材は、第 1 の熱膨張係数を有する材料で作成される。第 2 の熱膨張係数 (基材 3 0 の第 1 の熱膨張係数と異なる) を有するアクチュエーター 3 2 が示され、基材 3 0 の第 1 の領域 3 1 および第 2 の領域 3 3 を接続する。基材は、ヒンジ 3 4 のため曲がり得る。すなわち、第 1 の領域 3 1 および第 2 の領域 3 3 は、ヒンジ 3 4 の周りを矢印と一致するように回転し得る。この実施態様では、基材 3 0 の形状は、以下に記載の A W G チップ 3 6 の形状に合わせて作製される。

## 【 0 0 4 1 】

図 8 を参照すると、A W G チップ 3 6 は、基材 3 0 に任意の適切な手段で貼り付けられる。例えば、接着剤が A W G チップ 3 6 と基材 3 0 との間に配置され得る。A W G チップ 3 6 は、その上のアレイ導波路回折格子に合わせて作製される。基板、入力導波路、第 1 のレンズ、第 2 のレンズ、多数の導波路を含む 2 つのレンズ間の導波路回折格子、および

10

20

30

40

50

出力導波路を有するAWGチップ36が示される。基材30、基板、アクチュエーター32、および導波路は、図2および3に関連して記載されたこれらの特徴のための任意の材料で作成され得る。なお、アクチュエーター32は、AWGチップ36が基材30に貼り付けられる前または後に、基材30に付着され得る。

#### 【0042】

この実施態様では、AWGチップ36は、基材を覆うように配置され、そのためレンズの1つは、基材30のヒンジ34のすぐ上にある。間隙または溝38は、AWGチップ36に形成され、レンズを横切る。溝38は、AWGチップ36を通して、垂直にずっと伸び、そしてAWGチップ36を2つの別の断片に分割しまたは分割しない。溝は、ダイシングソー、ウォータージェットカッター、化学的エッチング、レーザーウエハカッター、ワイヤーソー、EDMなどを用いることを含む任意の適切な様式で形成される。溝38の片側におけるAWGチップ36の一部分は、基材30の第1の領域31によって支持される。一方、溝38の他側における（導波路回折格子を含む）AWGチップ36の他の部分は、基材30の第2の領域33によって支持される。AWGチップ36の形状は、入力/出力導波路、レンズ、導波路回折格子の任意の1つに近くない基板が除かれるように、および/またはアクチュエーターの取付けのための適切な空間を与えるように作製され得る。ノッチ、ボスなどが形成され、アクチュエーターの取付けが容易になり得る。例えば、図8のAWGチップ36は、合うように作製された形状を有するが、図6のAWGチップ26は、そうではない。

#### 【0043】

間隙または溝38は、必要に応じて、レンズの屈折率と実質的に整合する屈折率を有する接着剤、ゲル、ポリマー、または液体で満たされ得る。効果は、屈折率整合物質の屈折率にのみ弱く依存し、そのため、物質の屈折率の厳格な制御は必要ではない。あるいは、（溝38内の）AWGチップ36の内面端は、必要に応じて、反射防止膜でコーティングされ得、空気に露出したままであり得る。

#### 【0044】

構造物の温度が変化するにつれて、アクチュエーター32は、熱膨張係数の差のため、基材30とは異なる速度で長さを変化させる。これは、（溝38のいずれかの側における）AWGの2つの領域間、特に溝38によって横切られたレンズの2つの領域間の角度の変化、およびレンズおよび入力（または出力）導波路部分の偏向を引き起こし、そのため、光の焦点に相対的に導波路を移動する。したがって、波長が導波路回折格子に集中するようにシフトし、デバイスのCWのシフトを引き起こす。アクチュエーターおよび基材材料のサイズおよび形状は、アクチュエーターの熱膨張/収縮によって引き起こされるCWシフトが、温度変化のためAWGのCWシフトと正確につり合うように選択される。その結果、AWGのCWは、温度非依存である。アクチュエーターに置かれた予備バイアスの量はまた、AWGのための正確なCWに合わせるために調整され得る。

#### 【0045】

さらなる他の実施態様では、アサーマルOICは、導波路回折格子およびミラーの下に配置されたヒンジを有する基材またはライザーを覆うように取り付けられたAWGチップを含む。例えば、図9および10を参照すると、このようなOICの例、およびOICの製造方法が示される。

#### 【0046】

具体的に、図9を参照すると、基材40が示される。基材40は、第1の領域41および第2の領域43を分離しかつ接続するヒンジ44を含むように構成される。第2の熱膨張係数（基材40の第1の熱膨張係数と異なる）を有するアクチュエーター42が設けられ、基材40の第1の領域41および第2の領域43を接続する。基材は、ヒンジ44のため曲がり得る。すなわち、第1の領域41および第2の領域43は、ヒンジ44の周りを矢印と一致するように回転し得る。

#### 【0047】

図10を参照すると、AWGチップ46およびミラー47は、基材40に任意の適切な

10

20

30

40

50

手段で貼り付けられる。例えば、接着剤がAWGチップ46またはミラー47と基材40との間に配置され得る。基板、入力導波路52、レンズ50、多数の導波路を含むレンズとミラー47との間の導波路回折格子、および出力導波路54を有するAWGチップ46が示される。基材40、基板、アクチュエーター42、および導波路は、図2および3に関連して記載されたこれらの特徴のための任意の材料で作成され得る。AWGチップ46およびミラー47が溝または間隙48がその間に存在するように配置される。ミラー47は、導波路回折格子から導波路回折格子光を反射し返す機能を果たす。なお、アクチュエーター42は、AWGチップ46が基材40に貼り付けられる前または後に、基材40に付着され得る。

#### 【0048】

10

この実施態様では、AWGチップ46およびミラー47は、基材40を覆うように配置され、そのため導波路回折格子およびミラー47は、基材40のヒンジ44のすぐ上にある。間隙または溝48は、導波路回折格子を横切る。溝48は、AWGチップ46とミラー47とを完全に分離する。AWGチップ46は溝48の片側にあり、基材40の第1の領域41によって支持される。一方、ミラー47は溝48の他側にあり、基材40の第2の領域43によって支持される。

#### 【0049】

間隙または溝48内に、波長板（示されていない）、例えば、クォーター波長板が必要に応じて形成され得る。さらにまたはあるいは、間隙または溝48は、導波路回折格子の導波路の屈折率と実質的に整合する屈折率を有する接着剤、ゲル、ポリマー、または液体で満たされ得る。この効果は、屈折率整合物質の屈折率にのみ弱く依存し、そのため、物質の屈折率の厳密な制御は必要ではない。さらにあるいは、（溝48内の）AWGチップ46の内面端は、研磨され得るかまたは反射防止膜でコーティングされ得、空気に露出したままであり得る。

20

#### 【0050】

構造物の温度が変化するにつれて、アクチュエーター42は、熱膨張係数の差のため、基材40とは異なる速度で長さを変化させる。これは、AWGとミラー47との間の角度の変化を引き起こし、そして導波路回折格子の異なる導波路について異なる位相遅延を引き起こし、したがって、デバイスのCWシフトを引き起こす。特に、ミラーが取り付けられる角度は、AWGのCWを選択するために用いられ、そして温度の関数として、アクチュエーターによって提供されるミラーの回転の程度は、AWGの温度応答を取り消すために用いられる。アクチュエーターおよび基材材料のサイズおよび形状は、アクチュエーターの熱膨張/収縮によって引き起こされるCWシフトが、温度変化のためAWGのCWシフトと正確につり合うように選択される。その結果、AWGのCWは、温度非依存である。アクチュエーターに置かれた予備バイアスの量はまた、AWGのための正確なCWに合わせるために調整され得る。

30

#### 【0051】

よりさらなる他の実施態様では、アサーマルOICは、レンズおよびミラーの下に配置されたヒンジを有する基材またはライザーを覆うように取り付けられたAWGチップを含む。例えば、図11および12を参照すると、このようなOICの例、およびOICの製造方法が示される。

40

#### 【0052】

具体的に、図11を参照すると、基材60が示される。基材60は、第1の領域61および第2の領域63を分離しかつ接続するヒンジ64を含むように構成される。第2の熱膨張係数（基材60の第1の熱膨張係数と異なる）を有するアクチュエーター62が示され、基材60の第1の領域61および第2の領域63を接続する。基材は、ヒンジ64のため曲がり得る。すなわち、第1の領域61および第2の領域63は、ヒンジ64の周りを矢印と一致するように回転し得る。

#### 【0053】

図12を参照すると、AWGチップ66およびミラー67は、基材60に任意の適切な

50

手段で貼り付けられる。例えば、接着剤がAWGチップ66またはミラー67と基材60との間に配置され得る。基板、入力導波路72、第1のレンズ70、折り曲げられた第2のレンズ76、多数の導波路を含む第1のレンズ70と折り曲げられたレンズ76との間の導波路回折格子、および出力導波路74を有するAWGチップ66が示される。基材60、基板、アクチュエーター62、および導波路は、図2および3に関連して記載されたこれらの特徴のための任意の材料で作成され得る。AWGチップ66およびミラー67が配置され、溝または間隙68がその間に存在する。ミラー67は、折り曲げられたレンズ76から折り曲げられたレンズ76へ光を反射し返し導波路回折格子に入るように機能を果たす。なお、アクチュエーター62は、AWGチップ66が基材60に貼り付けられる前または後に、基材60に付着され得る。

10

## 【0054】

この実施態様では、AWGチップ66およびミラー67は、基材60を覆うように配置され、そのため折り曲げられたレンズ76およびミラー67は、基材60のヒンジ64のすぐ上にある。間隙または溝68は、レンズ76を横切る。溝68は、AWGチップ66とミラー67とを完全に分ける。AWGチップ66は溝68の片側にあり、基材60の第1の領域61によって支持される。一方、ミラー67は溝68の他側にあり、基材60の第2の領域63によって支持される。

## 【0055】

間隙または溝68は、必要に応じて研磨され得、そして必要に応じて、導波路回折格子の導波路の屈折率と実質的に整合する屈折率を有する接着剤、ゲル、ポリマー、または液体で満たされ得る。効果は、屈折率整合物質の屈折率にのみ弱く依存し、そのため、物質の屈折率の厳密な制御は必要ではない。あるいは、(溝68内の)AWGチップ66の内面端は、必要に応じて、反射防止膜でコーティングされ得、空気に露出したままであり得る。

20

## 【0056】

構造物の温度が変化するにつれて、アクチュエーター62は、熱膨張係数の差のため、基材60とは異なる速度で長さを変化させる。これは、レンズ76とミラー67との間の角度の変化、およびレンズおよび入力(または出力)導波路部分の偏向を引き起こし、そのため、光の焦点に相対的に導波路を移動させる。したがって、波長が導波路回折格子に集中するようにシフトし、デバイスのCWのシフトを引き起こす。特に、ミラーが取り付けられる角度は、AWGのCWを選択するために用いられ、そして温度の関数として、アクチュエーターによって提供されるミラーの回転の程度は、AWGの温度応答を取り消すために用いられる。アクチュエーターおよび基材材料のサイズおよび形状は、アクチュエーターの熱膨張/収縮によって引き起こされるCWシフトが、温度変化のためAWGのCWシフトと正確につり合うように選択される。その結果、AWGのCWは、温度非依存である。

30

## 【0057】

溝または間隙は、基材上にAWGチップを取り付ける前または後に、AWGチップに形成され得る。図13を参照すると、図2の基材上に取り付けのために適切なAWGチップ86が示される。基板、入力導波路、第1のレンズ、第2のレンズ、多数の導波路を含む2つのレンズ間の導波路回折格子、および出力導波路を有するAWGチップ86が示される。間隙または溝88は、導波路回折格子を横切るようにAWGチップ86中に形成されるが、チップ全体ではない。AWGチップ86は、基材を覆うように配置され、そのため導波路回折格子は、基材10のヒンジ14のすぐ上にある(図2を参照のこと)。まだ形成されていない場合、間隙または溝88は、導波路回折格子を横切るように、AWGチップ86に形成されるが、チップ全体ではない。溝88は、AWGチップ86を通して、垂直にずっと伸びるが、AWGチップ86を2つの別の断片に分割しない。溝88は、湿式エッチングまたはRIEを含む任意の適切な様式で形成される。溝88の片側におけるAWGチップ86の一部分87は、基材10の第1の領域11によって支持される。一方、溝88の他側におけるAWGチップ86の他の部分89は、基材10の第2の領域13に

40

50

よって支持される。

【0058】

次いで、AWGチップ86および(チップの下の)基材は、同時に、例えば、ウォータージェット、ワイヤソー、レーザーなどの任意の適切な様式で切断され、AWGチップ86が基材に実質的に重ねられること以外は、図3と同様の構造を設ける。切断により、AWGチップ86の機能的な特徴部分の周り、特に溝88の近くの構造の形状に合うように作製し、そのため、溝88は、AWGチップ86を2つの別の断片に分け、そして溝88の上および下のAWGチップ86の部分は、もはや単一の断片のチップに保たれない。次いで、アクチュエーターが付加されて、基材の2つの領域またはチップの2つの断片を接続する。

10

【0059】

間隙または溝88内に、波長板(示されていない)、例えば、ハーフ波長板が必要に応じて形成され得る。さらにまたはあるいは、間隙または溝88は、導波路回折格子の導波路の屈折率と実質的に整合する屈折率を有する接着剤、ゲル、ポリマー、または液体で満たされ得る。

【0060】

図14を参照すると、図7の基材上に取り付けるために適切なAWGチップ96が示される。基板、入力導波路、第1のレンズ、第2のレンズ、多数の導波路を含む2つのレンズ間の導波路回折格子、および出力導波路を有するAWGチップ96が示される。

【0061】

この実施態様では、AWGチップ96は、基材を覆うように配置され、そのためレンズの1つは、基材20のヒンジ24のすぐ上にある(図5を参照のこと)。間隙または溝98は、基材にチップを貼り付ける前または後に、レンズを横切るようにAWGチップ96に形成される。溝98は、AWGチップ96を通して、垂直にずっと伸びるが、AWGチップ96を2つの別の断片に分割しない。溝98は、任意の適切な様式で形成される。溝98の片側におけるAWGチップ96の一部分97は、基材20の第1の領域21によって支持される。一方、溝98の他側における(導波路回折格子を含む)AWGチップ96の他の部分99は、基材20の第2の領域23によって支持される。

20

【0062】

次いで、AWGチップ96および(チップの下の)基材は、同時に、例えば、ウォータージェット、ワイヤソー、レーザーなどの任意の適切な様式で切断され、AWGチップ96が基材に実質的に重ねられること以外は、図8と同様の構造を設ける。切断により、AWGチップ96の機能的な特徴部分の周り、特に溝98の近くの構造の形状に合うように作製し、そのため、溝88は、AWGチップ96を2つの別の断片に分け、そして溝88の上および下のAWGチップ96の部分は、もはや単一の断片のチップに保たれない。次いで、アクチュエーターが付加されて、基材の2つの領域またはチップの2つの断片を接続する。

30

【0063】

間隙または溝98は、レンズの屈折率と実質的に整合する屈折率を有する接着剤、ゲル、ポリマー、または液体で満たされ得る。あるいは、(溝98内の)AWGチップ96の内面端は、反射防止膜でコーティングされ得、空気に露出したままであり得る。

40

【0064】

図2~8は、AWGチップを完全に2つの断片に分離する溝を有するAWGチップを示すが、溝は、あるいはAWGチップを2つの領域に分離し得る。他の一般的な実施態様では、AWGチップは、ヒンジ、AWGチップに2つの領域を形成する間隙または溝、およびヒンジによって分離されかつ接続されたAWGチップの2つの領域を接続するアクチュエーターが提供され得、そして必要に応じて、従来の基材または図2、5、7、9、および11の1つ以上に記載される基材に貼り付けられ得る。基材が用いられる場合、基材は、ヒンジの周りのアクチュエーターによって誘導されるAWGチップの移動を可能にしなければならない。OICチップは、2つの異なる断片ではないので、基材は必要ではない

50

。

## 【 0 0 6 5 】

図 1 5 を参照すると、基板、入力導波路、第 1 のレンズ、第 2 のレンズ、多数の導波路を含む 2 つのレンズ間の導波路回折格子、および出力導波路を有する A W G チップ 1 1 0 が示される。アクチュエーター 1 1 2 は、溝 1 1 6 によって分けられたチップの 2 つの領域を接続する。A W G チップ 1 1 0 は、ヒンジ 1 1 4 を含む。基板、アクチュエーター 1 1 2、および導波路は、図 2 および 3 に関連して記載されたこれらの特徴のための任意の材料で作成され得る。

## 【 0 0 6 6 】

間隙または溝 1 1 6 は、1 つ以上のレンズを横切るように A W G チップ 1 1 0 に形成される。溝 1 1 6 は、A W G チップ 1 1 0 を通って、垂直にずっと伸びる。溝 1 1 6 は、ダイシングソー、ウォータージェットカッター、化学的エッチング、レーザーウエハカッター、ワイヤーソー、E D M などを用いることを含む任意の適切な様式で形成される。この実施態様では、反応性イオンエッチング ( R I E ) のような化学的エッチングが好ましい。示されていないが、溝 1 1 6 は、レンズの代わりに導波路回折格子を横切り得、そしてヒンジ 1 1 4 が導波路回折格子の周りに見えるように配置される。

## 【 0 0 6 7 】

間隙または溝 1 1 6 内に、波長板 ( 示されていない )、例えば、ハーフ波長板が、特に溝が導波路回折格子を横切る場合に、必要に応じて形成され得る。さらにまたはあるいは、間隙または溝 1 1 6 は、レンズの屈折率と実質的に整合する屈折率を有する接着剤、ゲル、ポリマー、または液体で満たされ得る。さらにあるいは、( 溝 1 1 6 内の ) A W G チップ 1 1 0 の内面端は、反射防止膜でコーティングされ得、空気に露出したままであり得る。

## 【 0 0 6 8 】

構造物の温度が変化するにつれて、アクチュエーター 1 1 2 は、熱膨張係数の差のため、A W G チップ 1 1 0 の基板とは異なる速度で長さを変化させる。これは、( 溝 1 1 6 のいずれかの側における ) A W G の 2 つの領域間、特に溝 1 1 6 によって横切られたレンズの 2 つの領域間の角度の変化、およびレンズおよび入力 ( または出力 ) 導波路部分の偏向を引き起こし、そのため、光の焦点に相対的に導波路を移動する。したがって、波長が導波路回折格子に集中するようにシフトし、デバイスの C W のシフトを引き起こす。アクチュエーターおよび基材材料のサイズおよび形状は、アクチュエーターの熱膨張 / 収縮によって引き起こされる C W シフトが、温度変化のため A W G の C W シフトと正確につり合うように選択される。その結果、A W G の C W は、温度非依存である。アクチュエーターに置かれた予備バイアスの量はまた、A W G のための正確な C W に合わせるために調整され得る。

## 【 0 0 6 9 】

図 1 6 を参照すると、基板、入力導波路、第 1 のレンズ、第 2 のレンズ、多数の導波路を含む 2 つのレンズ間の導波路回折格子、および出力導波路を有する A W G チップ 1 2 0 の他の実施態様が示される。アクチュエーター 1 2 2 は、溝 1 2 6 によって分けられたチップの 2 つの領域を接続する。A W G チップ 1 2 0 は、ヒンジ 1 2 4 を含む。基板、アクチュエーター 1 2 2、および導波路は、図 2 および 3 に関連して記載されたこれらの特徴のための任意の材料で作成され得る。

## 【 0 0 7 0 】

間隙または溝 1 2 6 は、1 つ以上のレンズを横切るように A W G チップ 1 2 0 に形成される。溝 1 2 6 は、A W G チップ 1 2 0 を通って、垂直にずっと伸びる。溝 1 2 6 は、ダイシングソー、ウォータージェットカッター、化学的エッチング、レーザーウエハカッター、ワイヤーソー、E D M などを用いることを含む任意の適切な様式で形成される。この実施態様では、反応性イオンエッチング ( R I E ) のような化学的エッチングが好ましい。示されていないが、溝 1 2 6 は、レンズの代わりに導波路回折格子を横切り得、そしてヒンジ 1 2 4 が導波路回折格子の周りに見えるように配置される。

10

20

30

40

50

## 【 0 0 7 1 】

間隙または溝 1 2 6 内に、波長板（示されていない）、例えば、ハーフ波長板が、特に溝が導波路回折格子を横切る場合に、必要に応じて形成され得る。さらにまたはあるいは、間隙または溝 1 2 6 は、レンズの屈折率と実質的に整合する屈折率を有する接着剤、ゲル、ポリマー、または液体で満たされ得る。さらにあるいは、（溝 1 2 6 内の）AWGチップ 1 2 0 の内面端は、反射防止膜でコーティングされ得、空気に露出したままであり得る。

## 【 0 0 7 2 】

構造物の温度が変化するにつれて、アクチュエーター 1 2 2 は、熱膨張係数の差のため、AWGチップ 1 2 0 の基板とは異なる速度で長さを変化する。これは、（溝 1 2 6 のいずれかの側における）AWGの2つの領域間、特に溝 1 2 6 によって横切られたレンズの2つの領域間の角度の変化、およびレンズおよび入力（または出力）導波路部分の偏向を引き起こし、そのため、光の焦点に相対的に導波路を移動する。したがって、波長が導波路回折格子に集中するようにシフトし、デバイスのCWのシフトを引き起こす。アクチュエーターおよび基材材料のサイズおよび形状は、アクチュエーターの熱膨張/収縮によって引き起こされるCWシフトが、温度変化のためAWGのCWシフトと正確に合うように選択される。その結果、AWGのCWは、温度非依存である。アクチュエーターに置かれた予備バイアスの量はまた、AWGのための正確なCWに合わせるために調整される。

## 【 0 0 7 3 】

図 1 7 を参照すると、基板、入力導波路、第 1 のレンズ、第 2 のレンズ、多数の導波路を含む2つのレンズ間の導波路回折格子、および出力導波路を有するAWGチップ 1 3 0 のさらに他の実施態様を示される。アクチュエーター 1 3 2 は、溝 1 3 6 によって分けられたチップの2つの領域を接続する。AWGチップ 1 3 0 は、2つのヒンジ 1 3 4 を含む。基板、アクチュエーター 1 3 2、および導波路は、図 2 および 3 に関連して記載されたこれらの特徴のための任意の材料で作成され得る。

## 【 0 0 7 4 】

間隙または溝 1 3 6 は、1つ以上のレンズを横切るようにAWGチップ 1 3 0 に形成される。溝 1 3 6 は、AWGチップ 1 3 0 を通って、垂直にずっと伸びる。溝 1 3 6 は、ダイシングソー、ウォータージェットカッター、化学的エッチング、レーザーウエハカッター、ワイヤーソー、EDMなどを用いることを含む任意の適切な様式で形成される。この実施態様では、反応性イオンエッチング（RIE）のような化学的エッチングが好ましい。示されていないが、溝 1 3 6 は、レンズの代わりに導波路回折格子を横切り得、そしてヒンジ 1 3 4 が導波路回折格子の上下に見えるように配置される。

## 【 0 0 7 5 】

間隙または溝 1 3 6 内に、波長板（示されていない）、例えば、ハーフ波長板が、特に溝が導波路回折格子を横切る場合に、必要に応じて形成され得る。さらにまたはあるいは、間隙または溝 1 3 6 は、レンズの屈折率と実質的に整合する屈折率を有する接着剤、ゲル、ポリマー、または液体で満たされ得る。さらにあるいは、（溝 1 3 6 内の）AWGチップ 1 3 0 の内面端は、反射防止膜でコーティングされ得、空気に露出したままであり得る。

## 【 0 0 7 6 】

構造物の温度が変化するにつれて、アクチュエーター 1 3 2 は、熱膨張係数の差のため、AWGチップ 1 3 0 の基板とは異なる速度で長さを変化する。これは、（溝 1 3 6 のいずれかの側における）AWGの2つの領域間、特に溝 1 3 6 によって横切られたレンズの2つの領域間の角度の変化、およびレンズおよび入力（または出力）導波路部分の偏向を引き起こし、そのため、光の焦点に相対的に導波路を移動する。したがって、波長が導波路回折格子に集中するようにシフトし、デバイスのCWのシフトを引き起こす。アクチュエーターおよび基材材料のサイズおよび形状は、アクチュエーターの熱膨張/収縮によって引き起こされるCWシフトが、温度変化のためAWGのCWシフトと正確に合うよ

10

20

30

40

50

うに選択される。その結果、AWGのCWは、温度非依存である。アクチュエーターに置かれた予備バイアスの量はまた、AWGのための正確なCWに合わせるために調整され得る。

【0077】

図18を参照すると、基板、入力導波路、第1のレンズ、第2のレンズ、多数の導波路を含む2つのレンズ間の導波路回折格子、および出力導波路を有するAWGチップ140のさらに他の実施態様を示される。アクチュエーター142は、溝146によって分けられたチップの2つの領域を接続する。AWGチップ140は、2つのヒンジ144を含む。基板、アクチュエーター142、および導波路は、図2および3に関連して記載されたこれらの特徴のための任意の材料で作成され得る。

10

【0078】

間隙または溝146は、1つ以上のレンズを横切るようにAWGチップ140に形成される。溝146は、AWGチップ130を通して、垂直にずっと伸びる。溝146は、ダイシングソー、ウォータージェットカッター、化学的エッチング、レーザーウエハカッター、ワイヤーソー、EDMなどを用いることを含む任意の適切な様式で形成される。この実施態様では、反応性イオンエッチング(RIE)のような化学的エッチングが好ましい。示されていないが、溝146は、レンズの代わりに導波路回折格子を横切り得、そしてヒンジ144が導波路回折格子の上下に見えるように配置される。

【0079】

間隙または溝146内に、波長板(示されていない)、例えば、ハーフ波長板が、特に溝が導波路回折格子を横切る場合に、必要に応じて形成され得る。さらにまたはあるいは、間隙または溝136は、レンズの屈折率と実質的に整合する屈折率を有する接着剤、ゲル、ポリマー、または液体で満たされ得る。さらにあるいは、(溝146内の)AWGチップ140の内面端は、反射防止膜でコーティングされ得、空気に露出したままであり得る。

20

【0080】

構造物の温度が変化するにつれて、アクチュエーター142は、熱膨張係数の差のため、AWGチップ140の基板とは異なる速度で長さを変化させる。これは、(溝146のいずれかの側における)AWGの2つの領域間、特に溝146によって横切られたレンズの2つの領域間の角度の変化、およびレンズおよび入力(または出力)導波路部分の偏向を引き起こし、それによって、光の焦点に相対的に導波路を移動する。したがって、波長が導波路回折格子に集中するようにシフトし、デバイスのCWのシフトを引き起こす。アクチュエーターおよび基材材料のサイズおよび形状は、アクチュエーターの熱膨張/収縮によって引き起こされるCWシフトが、温度変化のためAWGのCWシフトと正確につり合うように選択される。その結果、AWGのCWは、温度非依存である。アクチュエーターに置かれた予備バイアスの量はまた、AWGのための正確なCWに合わせるために調節され得る。

30

【0081】

図15~18のいくつかの実施態様では、ポリマーがレンズまたは導波路回折格子(またはミラーとAWGチップとの間)を横切る溝を占める場合、ポリマーが、AWGチップ110基板の熱膨張係数と異なる所望の熱膨張係数を有すれば、ポリマーは、アクチュエーターとして機能し得る。

40

【0082】

図19を参照すると、グラフは、温度安定化されていない従来のAWGおよび本発明に従って作製されたアサーマルAWGについての温度に対するCW変化/応答の差異を示す。グラフが示すように、温度が高くなるにつれて、従来のAWGのCWは、だんだん高く変化する。これとは逆に、温度が高くなるにつれて、本発明に従って作製されたアサーマルAWGのCWは、実質的に一定のままである。

【0083】

図20および21を参照すると、典型的な光集積回路(OIC)200が示される。O

50

IC200は、1つ以上の光学層204を含み、例えば、基板208に付着される。光学層204および基板208を、まとめてチップ210という。光学層204は、基板208と同一空間に広がり得る（例えば、実質的に同一の空間的な境界線を有する）。光学層204は、制御された様式で光を透過し得る。光学層204は、シリカの層を含み得、そして基板208は、シリコンウエハ部分を含み得る。

【0084】

OIC200は、さらにチップキャリア212を含み得る。チップキャリア212は、特定の領域でチップ210と同一空間に広がり得、および/または他の領域では同一空間に広がり得ない。例えば、チップ拡張領域214では、チップ210が、チップキャリア212を超えて物理的に拡張する。キャリア拡張領域218では、チップキャリア212が、チップ210を超えて物理的に拡張する。チップ拡張領域214は、例えば、チップ210への光ファイバーの取付けを容易にするために用いられ得る。

10

【0085】

光学層204は、第1の領域216、第2の領域220、および接続領域224を含む。例えば、スクロールダイシング（例えば、ウォータージェット、レーザーウエハカッター、および/またはワイヤーソーを用いる）を用いて第1の領域216および第2の領域220を機械的に隔離し得、接続領域224を介してモノリシック連結が残り、そして第1の領域216と第2の領域220との間に一般的に間隙228を形成する。1つの例では、チップキャリア212は、間隙228の範囲において光学層204と同一空間に広がる。他の例では、チップキャリア212は、間隙228の範囲において光学層204と同一空間に広がらない。さらに第3の例では、チップキャリア212は、間隙228のいくつかの部分において光学層204と同一空間に広がり、そして間隙228の他の部分において光学層204と同一空間に広がらない。

20

【0086】

第1の領域216は、第1の領域の導波路232を含み得る（例えば、光導波路および/またはスラブ導波路）。第2の領域220は、第2の領域の導波路236を含み得る（例えば、光導波路および/またはスラブ導波路）。接続領域224は、第1のレンズ240を含み得る。第1のレンズ240は、第1の領域の導波路232から第2の領域の導波路236まで光を広げ得る。あるいは、第1のレンズ240は、第2の領域の導波路236から第1の領域の導波路232まで光を集中させ得る。必要に応じて、OIC200は、第2のレンズ244を含み得る。

30

【0087】

簡単に図21を参照すると、図20のOICの250-250線に沿って得られる断面図が示される。次の図22を見ると、本発明の局面による典型的なアクチュエーター400が示される。アクチュエーター400は、第1のアクチュエーターの本体部410および第2のアクチュエーターの本体部420を含む。アクチュエーター400は、温度変化で膨張および/または収縮する。1つの実施態様では、アクチュエーター400の膨張および/または収縮を有することが望ましく、そのため「操作温度範囲」として具体的に挙げられる温度範囲にわたる温度について実質的に直線的である（アクチュエーター400の長さの変化は、温度変化と実質的に直線の関係性を有する）。他の実施態様では、アクチュエーター400は、OICの操作温度範囲にわたって力をかける。

40

【0088】

本発明の局面によれば、アクチュエーター400は、OICの構成部品として用いられ得、従来の光集積回路および他のデバイスに関連する欠点を緩和および/または克服して、機械的ビーム操縦を容易にする。例えば、アクチュエーター400は、OICに用いられ得、OICの温度感受性を緩和する。アクチュエーター400は、第1端412および第2端416を有する。導波路回折格子を含むAWGチップは、長さが議論されるが、OICは、マッハ-ツェンダー干渉計を含み得る。

【0089】

第1のアクチュエーターの本体部410および/または第2のアクチュエーターの本体

50

部 4 0 8 は、例えば、アルミニウム、真鍮、青銅、クロム、銅、金、鉄、マグネシウム、ニッケル、パラジウム、白金、銀、ステンレススチール、錫、チタン、タングステン、亜鉛、ジルコニウム、ハステロイ (H a s t e l l o y ; 登録商標)、コバール (K o v a r ; 登録商標)、インバー (I n v a r)、モネル (M o n e l ; 登録商標)、インコネル (I n c o n e l ; 登録商標) などの金属、アルミナまたはケイ酸アルミニウムのようなセラミック材料、シリコンゴムまたはエラストマーのようなポリマー材料、ザイテル (Z y t e l ; 登録商標) またはファイバーガラスで強化されたナイロンなどのポリアミド複合体、ポリカーボネート、ポリオレフィン、ポリエステル、シリコンゴムのような架橋ポリマー、P E E K、ポリマー複合体材料 (例えば、カーボンファイバー、グラファイト、および/またはガラスファイバー)、液晶ポリマーなどの 1 以上から作成され得る。

10

#### 【 0 0 9 0 】

第 1 のアクチュエーターの本体部 4 1 0 は、第 1 の熱膨張係数を有する。同様に、第 2 のアクチュエーターの本体部 4 0 8 は、第 2 の熱膨張係数を有する。1 つの例では、第 1 の熱膨張係数は、実質的に第 2 の熱膨張係数と類似している。他の例では、第 1 の熱膨張係数は、第 2 の熱膨張係数よりも大きい。さらに第 3 の例では、第 1 の熱膨張係数は、第 2 の熱膨張係数よりも小さい。

#### 【 0 0 9 1 】

O I C 2 0 0 の部分として用いられると、アクチュエーター 4 0 0 によってかけられる力は、間隙 2 2 8 を広くする傾向の方向であり得、この場合、アクチュエーター 4 0 0 は、圧縮状態にあり、本明細書では、「圧縮状態のアクチュエーター」という。あるいは、かかる力が間隙 2 2 8 を狭くする傾向の方向であり得、この場合、アクチュエーター 4 0 0 は、引張状態にあり、本明細書では、「引張状態の」アクチュエーターという。圧縮状態にあるアクチュエーター 4 0 0 については、アクチュエーターは、その長さが十分長く、その操作の最低温度で接触を失わない場合 (例えば、第 1 の領域 2 1 6 または第 2 の接触領域のいずれかで)、その操作の最低温度での力 (例えば、2 1 0 と 2 2 0 との間) を維持する。デバイスの具体的な最低保管温度で、(例えば、両領域との) 接触も維持すべきである。アクチュエーター 4 0 0 の長さが狭い公差を有し得、そして間隙 2 2 8 の幅が製造偏差を受け得るので、アクチュエーター 4 0 0 は、調節可能な長さ  $L_A$  を有することが有利であり得、そのため、特定の A W G の要求を満たすように調節され得る (例えば、間隙 2 2 8 が A W G に切り込まれた後に)。

20

30

#### 【 0 0 9 2 】

さらに、アクチュエーターの長さ  $L_A$  は調節され得、所望の中心波長 (C W) を有する A W G の特定のチャンネルの通過帯域を提供する。この調節は、所望の C W (例えば設計された) と製造された C W との間のわずかな相違を導き得る材料の光学特性において、製造の偏差について補正するために用いられ得る。調節可能な長さを有する第 3 の利点は、取付け工程が簡単になり得ることである。最終的な所望の長さを有しながらアクチュエーター 4 0 0 を取付ける工程は、困難であり得る。なぜなら、その長さで、アクチュエーターは、(例えば、領域間で) 力を及ぼすからである。したがって、所望の最終的な長さよりも短いアクチュエーター 4 0 0 を一時的に作製して、間隙 2 2 8 に挿入し、その後所望の最終長さに伸ばすことが好ましくあり得、そのため力 (例えば領域間の) は、アクチュエーター 4 0 0 が伸ばされるときのみ影響を与える。さらに、特定の O I C の形状 (例えば、切り込み) について、アクチュエーター 4 0 0 の C T E 値を予め計算することは困難であり得、温度変化が材料の屈折率に基づいて有する効果を消去するビーム操縦の程度を提供することが必要とされる。この理由のために、アクチュエーター 4 0 0 が C T E 値を有することは、有用であり得、C T E 値は、必要とされる最大と最小の概算値との間で調節され得る。

40

#### 【 0 0 9 3 】

第 1 のアクチュエーターの本体部 4 1 0 は、第 2 のアクチュエーターの本体部 4 2 0 に結合される。例えば、第 1 のアクチュエーターの本体部 4 1 0 は、溶接、圧着、接着、融

50

着、および/または他の適切な結合の様式によって、第2のアクチュエーターの本体部420に結合され得る。第1のアクチュエーターの本体部410および第2のアクチュエーターの本体部420は、図22に円筒形として描かれているが、第1のアクチュエーターの本体部410および/または第2のアクチュエーターの本体部420に適切な任意の形状が、本発明で用いられることが理解されるべきである。

【0094】

図23を簡単に参照すると、1つの実施態様では、第2のアクチュエーターの本体部420は、3つの構成部分430、434、438を含む。3つの構成部分430、434、438は、類似または異なる熱膨張係数を有する適切な材料を含み得る。1つの例では、1つの構成部分430およびもう1つの構成部分438は、第1の熱膨張係数を有する第1の材料を含み、そして第2の構成部分434は、第2の熱膨張係数を有する第2の材料を含む。構成部分430、434、438は、適切な位置で結合(例えば、スポット溶接)され得、そのため、第2のアクチュエーターの本体部420および/またはアクチュエーター400の適切な全体の熱膨張係数をもたらす。

10

【0095】

次に図24を参照すると、本発明の局面によるアクチュエーター400を用いる図20のOICが示される。例えば、アクチュエーター400は、一般的に間隙228内に含まれ得る。アクチュエーター400は、温度変化で膨張および/または収縮し、第1の領域216および/または接続領域224の少なくとも一部分を第2の領域220に対して移動させる。アクチュエーター400は、決まった場所に保持され得る(例えば、運動学的におよび/または接着剤で)。

20

【0096】

キャリア拡張領域は、アクチュエーター400の取付けを容易にするために設計され得る。1つの例では、チップキャリア212は、第1の領域210の一部およびチップキャリア212の一部を含む第1の接触領域254とともに構成され得る。この例では、第1の接触領域254の周りで、第1の領域210の一部およびチップキャリア212の一部は、アクチュエーター400と物理的に接触され得る。他の例では、チップキャリア212は、チップ拡張であり得る第2の接触領域258とともに構成され得る。第1の端部412は、第1の接触領域254と接触し得、そして第2の端部416は、第2の接触領域258と接触し得る。

30

【0097】

1つの実施態様では、アクチュエーター400は、デバイスの通常の操作範囲内での温度変化に応答して(例えば、約-20 ~ 約+95 の範囲で)、第1の領域216を第2の領域220に対して約0.5ミクロン以上および約100ミクロン以下移動させる。他の実施態様では、アクチュエーター400は、第1の領域216を、第2の領域220に対して約5ミクロン以上および約50ミクロン以下移動させる。第3の実施態様では、アクチュエーター400は、第1の領域216を、第2の領域220に対して約10ミクロン以上および約25ミクロン以下移動させる。他の実施態様では、アクチュエーター400は、温度変化1 につき約0.01ミクロン以上および約10ミクロン以下で長さを変化する。他の実施態様では、アクチュエーター400は、温度変化1 につき約0.1ミクロン以上および約5ミクロン以下で長さを変化する。他の実施態様では、アクチュエーター400は、温度変化1 につき約0.2ミクロン以上および約2ミクロン以下で長さを変化する。

40

【0098】

1つの例では、接続領域224は、十分に変形して、第2の領域220に対する第1の領域216の回転を調節する。第1の領域216および/または第2の領域220もまた、ある程度まで変形し得ることが理解されるべきである;しかし、この例では、相対回転が、接続領域224における変形によって主として調節されることが好ましい(例えば、接続領域224が、第1の領域216または第2の領域220より大きな程度まで変形することが好ましい)。接続領域224の変形を容易にするために、接続領域224は、そ

50

れを通じて光の伝搬を妨げることなくできるだけ狭く、そして第1の領域216および第2の領域については、接続領域224より実質的に広く設計および/または製造され得る。

#### 【0099】

図20を簡単に参照すると、1つの例では、接続領域224の断面は、側寸法 $L_c$ を有し、これは、一般的に、接続領域224の公称幅 $W$ より小さい。したがって、例えば、さらに以下に記載されるようなアクチュエーターからの、外部力による曲げが許容される。1つの実施態様では、接続領域224の断面の側寸法 $L_c$ は、約10ミクロン以上および約10000ミクロン以下である。他の実施態様では、接続領域224の断面の側寸法 $L_c$ は、約100ミクロン以上および約5000ミクロン以下である。さらに第3の実施態様では、接続領域224の断面の側寸法 $L_c$ は、約500ミクロン以上および約2000ミクロン以下である。

10

#### 【0100】

さらに、第1の領域216、接続領域224、および第2の領域220は、任意の適切な形状を有し得ることが理解されるべきである。例えば、多波長光は、入力口（示されていない）で受け入れられ得（例えば、ネットワークにおける光ファイバーから）、第1の領域の導波路232を介して輸送され得、そして第1のレンズ240に提供され得る。第1のレンズ240は、第2の領域の導波路226（例えば、アレイ導波路回折格子アーム）中へ、多波長光を処理し（例えば、広げ）得る。次いで、第2の領域の導波路236は、出力口（示されていない）に多波長光を提供し得る。

20

#### 【0101】

OIC200の温度が高くなるにつれて、第1の領域の導波路232の屈折率および/または第2の領域の導波路236の屈折率は、変化し得る。この温度に基づく屈折率の変化を補正するために、アクチュエーター200は、温度変化の結果として膨張し、第1の領域216および/または接続領域224の少なくとも一部分を第2の領域220に対して移動（例えば、回転）させる。同様に、OIC200の温度が低くなるにつれて、アクチュエーター400は、収縮し、第1の領域216および/または接続領域224の少なくとも一部分を第2の領域220に対して移動（例えば、回転）させる。温度変化によって生じる移動（回転）は、温度依存的屈折率のため、第1の領域および/または第2の領域の導波路232、236において温度変化で誘導される波長シフトに対応するか、またはこれを補正すると考えられる。このように、導波路の温度依存的屈折率変化に関連する波長シフトは緩和され得る。したがって、OIC200を用いる通信システムにおけるシグナルおよび/またはクロストークの損失が低減され得る。

30

#### 【0102】

次に図25を見ると、本発明の局面によるアクチュエーター600の実施態様が示される。アクチュエーター600は、第1のアクチュエーターの本体部610および第2のアクチュエーターの本体部620を含む。第1のアクチュエーターの本体部610は、第1のアクチュエーターの本体部610の少なくとも一部分を貫通する穿孔630を含む。第1のアクチュエーターの本体部610は、第1の熱膨張係数を有する。第2のアクチュエーターの本体部620は、第2の熱膨張係数を有する。この実施態様では、第2のアクチュエーターの本体部620が、第1のアクチュエーターの本体部610の穿孔630の少なくとも一部分に挿入され、第1のアクチュエーターの本体部610と第2のアクチュエーターの本体部620との結合を容易にする。一旦、第2のアクチュエーターの本体部620の所望の量が穿孔630中に挿入されると、第1のアクチュエーターの本体部610および第2のアクチュエーターの本体部620は、任意の適切な手段、例えば、溶接、圧着、接着、および/または融着により、共に結合され得る。

40

#### 【0103】

さらに、アクチュエーター600の作動特性（例えば、全体の引張および/または圧縮）は、少なくとも一部分は穿孔630中に挿入される第2のアクチュエーターの本体部620の量に基づき得る。例えば、第1の熱膨張係数が第2の熱膨張係数と異なれば、アクチ

50

ューター600の全体の熱特性は、少なくとも一部は、穿孔630に挿入される第2のアクチュエーターの本体部620の量に基づく。

【0104】

1つの例では、第1のアクチュエーターの本体部610は、アルミニウムチューブを含み、そして第2のアクチュエーターの本体部620は、スチールロッドを含む。第1のアクチュエーターの本体部610（スチールロッド）は、第2のアクチュエーターの本体部620（アルミニウムチューブ）が内側に挿入され、そして第2のアクチュエーターの本体部620（アルミニウムチューブ）の長さは、アクチュエーター600の端を所望の長さになるまで引っ張ることによって調節される。次いで、第2のアクチュエーターの本体部620（アルミニウムチューブ）は、第2のアクチュエーターの本体部620に第1の本体部610が結合しやすくするために、所望の位置でしわが寄せられる。

10

【0105】

図26を簡単に参照すると、図25に描かれたアクチュエーター600の他の実施態様を示される。この実施態様では、第1の本体部610の穿孔630の少なくとも一部分が、ねじ込み挿入を受け入れるために設けられる。同様に、第2のアクチュエーターの本体部620の少なくとも一部分は、ねじ山が設けられる。第2のアクチュエーターの本体部620は、第1の本体部610の穿孔630にねじ込み挿入され得、第1のアクチュエーターの本体部610と第2のアクチュエーターの本体部620との結合が容易になる。第1のアクチュエーターの本体部610および第2のアクチュエーターの本体部620は、図25に円筒形に描かれているが、第1のアクチュエーターの本体部610および/または第2のアクチュエーターの本体部620に適切な任意の形状が本発明において用いられ得ることが理解されるべきである。

20

【0106】

次に図27を見ると、本発明の局面によるアクチュエーター800の実施態様を示される。アクチュエーター800は、第1のアクチュエーターの本体部810および第2のアクチュエーターの本体部820を含む。図27は、圧縮状態のアクチュエーターの実施態様を示し、アクチュエーター800の長さは調節され得る。第1のアクチュエーターの本体部810は、第1のアクチュエーターの本体部810の少なくとも一部を貫通する穿孔830を含む。第1のアクチュエーターの本体部810は、第1の熱膨張係数を有する。

【0107】

第2のアクチュエーターの本体部820は、ねじ部840を含む。第2のアクチュエーターの本体部820は、第2の熱膨張係数を有する。この実施態様では、第2のアクチュエーターの本体部820のねじ部840は、第1のアクチュエーターの本体部810の穿孔830の少なくとも一部に挿入され得、第1のアクチュエーターの本体部810と第2のアクチュエーターの本体部820との結合が容易になる。1つの例では、一旦、第2のアクチュエーターの本体部820の所望の量が穿孔830中に挿入されると、第1のアクチュエーターの本体部810および第2のアクチュエーターの本体部820は結合され得る。アクチュエーター800の作動特性（例えば、全体の伸張および/または圧縮）は、少なくとも一部は、穿孔830中に挿入される第2のアクチュエーターの本体部820のねじ部840の量に基づき得る。例えば、第1の熱膨張係数が第2の熱膨張係数と異なれば、アクチュエーター800の全体の熱特性は、少なくとも一部は、穿孔830中に挿入される第2のアクチュエーターの本体部820のねじ部840の量に基づく。

30

40

【0108】

図28を簡単に参照すると、図27に描かれるアクチュエーター800の他の実施態様を示される。この実施態様では、第1のアクチュエーターの本体部810は、第1の接触断片850を受け入れるように適合される。同様に、第2のアクチュエーターの本体部820は、第2の接触断片860を受け入れるように適合され得る。

【0109】

第1の接触断片850および/または第2の接触断片860は、例えば、硬い金属（例えば、ステンレススチール）球、あるいはまた、硬い金属の円筒を含み得る。第1の接触

50

断片 850 および / または第 2 の接触断片 860 が、任意の適切な材料および / または形状を含み得ることが理解されるべきである。第 1 の接触断片 850 および / または第 2 の接触断片 860 は、アクチュエーター 800 の残存部から分離可能であり得る（例えば、第 1 のアクチュエーターの本体部 810 および / または第 2 のアクチュエーターの本体部 820 に決して結合されない）。

【0110】

図 29 を簡単に見ると、第 1 の接触領域 1004 および第 2 の接触領域 1008 を有する OIC1000 の断面図が示される。OIC1000 は、さらに、アクチュエーター 800、第 1 の接触断片 850、および第 2 の接触断片 860 を用いる。

【0111】

次に図 30 を参照すると、本発明の局面によるアクチュエーター 1100 が示される。アクチュエーター 1100 は、独立して調節可能な長さ  $L_A$  および熱膨張係数 (CTE) の両方を有する圧縮状態のアクチュエーターの 1 つの実施態様である。アクチュエーター 1100 は、第 1 の末端 1104 および第 2 の末端 1108 を有する。この実施態様では、アクチュエーター 1100 は、第 1 のアクチュエーターの本体部 1110 および第 2 のアクチュエーターの本体部 1120 を含む。第 1 のアクチュエーターの本体部 1110 は、第 1 のアクチュエーターの本体部 1110 の少なくとも一部を貫通する穿孔 1130 を含む。第 1 のアクチュエーターの本体部 1110 は、第 1 の熱膨張係数 (CTE<sub>1</sub>) を有する。

【0112】

第 2 のアクチュエーターの本体部 1120 は、ねじ部 1140 を含む。第 2 のアクチュエーターの本体部 1120 は、第 2 の熱膨張係数 (CTE<sub>2</sub>) を有する。アクチュエーター 1100 は、さらに、第 3 の熱膨張係数 (CTE<sub>3</sub>) を有するリング 1170 を含む。リング 1170 は、任意の適切な材料、例えば、銅を含み得る。リング 1170 は、第 2 のアクチュエーターの本体部 1120 のねじ部 1140 にねじ込み式に結合され得る。次いで、第 2 のアクチュエーターの本体部 1120 のねじ部 1140 およびリング 1170 は、第 1 のアクチュエーターの本体部 1110 にねじ込み式に結合され得る。

【0113】

第 1 のアクチュエーターの本体部 1110 および第 2 のアクチュエーターの本体部 1120 は、異なる熱膨張係数の材料を含み得る。例えば、第 1 のアクチュエーターの本体部 1110 は、スチールから構成され得、そして第 2 のアクチュエーターの本体部 1120 は、アルミニウムから構成され得る。アクチュエーター 1100 の効果的な熱膨張係数 (CTE<sub>A</sub>) は、CTE<sub>1</sub> および CTE<sub>2</sub> に関連し、以下の式によって近似され得る：

【0114】

【数 1】

$$L_A \times CTE_A \cong (L_1 \times CTE_1) + (L_2 \times CTE_2)$$

【0115】

$L_1$  は、リング 1170 のねじ山から第 1 の末端 1104 までの距離であり、 $L_2$  は、リング 1170 のねじ山から第 2 の末端 1108 までの距離であり、そして  $L_A$  は、アクチュエーターの長さ ( $L_A = L_1 + L_2$ ) である。代表的には、リング 1170 の係数 (CTE<sub>3</sub>) は、CTE<sub>1</sub> および CTE<sub>2</sub> が与えるよりも CTE<sub>A</sub> に影響を与えない。

【0116】

例えば、製造中、リング 1170 は、第 1 のアクチュエーターの本体部 1110 中にねじ山が切られ、そして第 2 のアクチュエーターの本体部のねじ部 1140 は、リング 1170 中にねじ山が切られる。CTE<sub>A</sub> は、第 1 のアクチュエーターの本体部 1110 に対しておよびねじ部 1140 に対してリング 1170 を回転させることによって調節され得る（例えば、アクチュエーターの長さ  $L_A$  に影響することなく）。一方、ねじ部 1140 は、第 1 のアクチュエーターの本体部 1110 に対して回転しない。したがって、リング 1170 を回転させることにより、アクチュエーター 1100 の第 1 の末端 1104 のよ

10

20

30

40

50

り近くまたはアクチュエーター 1100 の第 2 の末端 1108 のより近くのいずれかにリング 1170 のねじ山を移動させる。リング 1170 のねじ山が第 1 の末端 1104 に近づくとつれて、 $CTE_A$  は、 $CTE_2$  の値により近くなる（例えば、第 2 のアクチュエーターの本体部 1120 の  $CTE$ ）。逆に、リング 1170 のねじ山が第 2 の末端 1108 に近づくとつれて、 $CTE_A$  は、 $CTE_1$  の値により近くなる。

【0117】

アクチュエーターの長さ  $L_A$  は、 $CTE_A$  を調節するための上記の回転に等価ではない任意の様式で、リング 1170 に対してねじ部 1140 および第 1 のアクチュエーターの本体部 1110 を回転させることによって変化され得る。例えば、 $L_A$  は、相対的に回転することなく、リング 1170 のねじ部 1140 を回転させながら、リング 1170 および第 1 のアクチュエーターの本体部 1110 を共に保持することによって調節され得る。リング 1170 に対してねじ部 1140 および第 1 のアクチュエーターの本体部 1110 を適切な割合で回転させることによって、 $L_A$  は、アクチュエーターの  $CTE_A$  に重大な影響を与えずに調節され得る。上記の  $CTE_A$  に関する近似値に基づいて、ねじ部 1140 の回転角度  $a_1$  および第 1 のアクチュエーターの本体部の回転角度  $a_2$  が以下の式によって関係付けられると、 $L_A$  は、 $CTE_A$  に重大な影響を与えずに変化され得る。

【0118】

【数 2】

$$a_1/a_2 \cong CTE_2/CTE_1$$

【0119】

1 つの実施態様では、第 1 のアクチュエーターの本体部 1110 は、第 1 の接触断片 1150 を受け入れるように適合され得る。さらに、第 2 のアクチュエーターの本体部 1120 は、同様に、第 2 の接触断片 1160 を受け入れるように適合され得る。第 1 の接触断片 1150 および/または第 2 の接触断片 1160 は、アクチュエーター 1100 の残存部から分離可能であり得る（例えば、第 1 のアクチュエーターの本体部 1110 および/または第 2 のアクチュエーターの本体部 1120 には決して結合されない）。

【0120】

図 31 を見ると、本発明の局面によるアクチュエーター 1200 が示される。アクチュエーター 1200 は、独立して調節され得る長さ  $L_A$  と熱膨張係数 ( $CTE$ ) との両方を有する圧縮状態のアクチュエーターの 1 つの実施態様である。アクチュエーター 1200 は、第 1 の末端 1204 および第 2 の末端 1208 を有する。この実施態様では、アクチュエーター 1200 は、第 1 のアクチュエーターの本体部 1210、第 2 のアクチュエーターの本体部 1220、および第 3 のアクチュエーターの本体部 1224 を含む。第 1 のアクチュエーターの本体部 1210 は、第 1 のアクチュエーターの本体部 1210 の少なくとも一部を貫通する穿孔 1230 を含む。第 1 のアクチュエーターの本体部 1210 は、第 1 の熱膨張係数 ( $CTE_1$ ) を有する。

【0121】

第 2 のアクチュエーターの本体部 1220 は、ねじ部 1240 を含む。第 2 のアクチュエーターの本体部 1220 は、第 2 の熱膨張係数 ( $CTE_2$ ) を有する。さらに、アクチュエーター 1200 は、第 3 の熱膨張係数 ( $CTE_3$ ) を有するナット 1270 を含む。ナット 1270 は、任意の適切な材料、例えば、銅を含み得る。

【0122】

第 3 のアクチュエーターの本体部 1224 は、ねじ部 1278 を含む。第 3 のアクチュエーターの本体部 1224 は、第 4 の熱膨張係数  $CTE_4$  を有する。1 つの例では、第 1 のアクチュエーターの本体部 1210、第 3 のアクチュエーターの本体部 1224、およびナット 1270 は、第 1 の材料（例えば、マグネシウム）から作成され、そして第 2 のアクチュエーターの本体部 1220 は、第 2 の材料（例えば、インバー（スチールの商業用グレード））から作成され、第 2 の材料は、第 1 の材料とは異なる  $CTE$  を有する。他の例では、第 1 の末端 1204 および/または第 2 の末端 1208 は、スロット 1272

10

20

30

40

50

、1274を、例えば、OICをまたぐように含む。チップをまたぐことによって、スロットは、意図される位置（例えば、第1の接触位置と第2の接触位置との間）にアクチュエーター1200を維持することを容易にし得る。さらに、接触断片（示されていない）は、スロット1272、1274それぞれにはめ込まれ得る。

【0123】

スロット1272、1274がOICをまたぐようにアクチュエーター1200を取り付けると、第2のアクチュエーターの本体部1220または第1のアクチュエーターの本体部1210のいずれも、OICに対して自由に回転しない。その結果、第2のアクチュエーターの本体部1220は、アクチュエーターが取り付けられた後、第1のアクチュエーターの本体部1210に対して回転し得ない。第3のアクチュエーターの本体部1224は、異なるねじ山を有する。例えば、第3のアクチュエーターの本体部1230は、第1の末端1276に1インチあたり(t.p.i.)72個の右巻きのねじ山が切られ得、そして第2の末端1278に80t.p.i.の右巻きのねじ山が切られ得る。第2のアクチュエーターの本体部1220は、1つの末端1280にねじ山が切られ得る（例えば、80t.p.i.の右巻きのねじ山）。

10

【0124】

アクチュエーター1200の長さは、互いに対して回転しないように第1のアクチュエーターの本体部1210、ナット1270、および第2のアクチュエーターの本体部1220を保持し、そして第1のアクチュエーターの本体部1210に対して第3のアクチュエーターの本体部1230を回転させることによって調節され得る。第1の末端1276のねじ山は、第2の末端1278のねじ山よりも粗いので、第3のアクチュエーターの本体部1230は、それが第2のアクチュエーターの本体部1220に対して移動するよりも速く第1のアクチュエーターの本体部1210に対して移動する。第3の本体部1230の回転によって提供される長さ調節は、細かい調節である（例えば、調節の割合は、ナットのフル回転あたり約0.0014インチであり得る）。長さがこの様式で調節されると、アクチュエーターのCTE<sub>A</sub>は影響を受けない。

20

【0125】

アクチュエーター1200のCTE<sub>A</sub>は、第1のアクチュエーターの本体部1210、第3のアクチュエーターの本体部1230、および第2のアクチュエーターの本体部1220を互いに対して回転しないように保持し、そして第3のアクチュエーターの本体部1230に対してナット1270を回転させることによって調節され得る。CTE<sub>A</sub>は、CTE<sub>1</sub>、CTE<sub>2</sub>、CTE<sub>3</sub>、およびCTE<sub>4</sub>に関連する；しかし、第1のアクチュエーターの本体部1210、第3のアクチュエーターの本体部1224、およびナット1270が同一または類似の材料から作成される場合には、CTE<sub>A</sub>は、以下の式によって近似され得る：

30

【0126】

【数3】

$$L \times \text{CTE}_A \cong (L_1 \times \text{CTE}_1) + (L_2 \times \text{CTE}_2)$$

【0127】

L<sub>1</sub>は、第2のアクチュエーターの本体部1220のねじ山のグリップ点から第1の末端1204までの距離であり、L<sub>2</sub>は、第2のアクチュエーターの本体部1220のねじ山のグリップ点から第2の末端1208までの距離であり、そしてLはアクチュエーターの長さである（例えば、L = L<sub>1</sub> + L<sub>2</sub>）。「グリップ点」とは、第1の末端1204に最も近いねじ山の端から約3つのねじ山の距離をいう。図32は、アクチュエーター1200の上面概略図を示す。

40

【0128】

図33に示すように、アクチュエーター1500は、第1のアクチュエーターの本体部1210、第3のアクチュエーターの本体部1224、ナット1270、エンドシャフト1284、およびエンドリング1282を有し得る。1つの例では、第1のアクチュエー

50

ターの本体部 1 2 1 0、第 3 のアクチュエーターの本体部 1 2 2 4、およびナット 1 2 7 0 は、第 1 の材料（例えば、マグネシウムまたはアルミニウム）から作成され、そしてエンドシャフト 1 2 8 4 は、第 1 の材料とは異なる C T E を有する第 2 の材料（例えば、インバーまたはスチール）で作成される。

【 0 1 2 9 】

ナット 1 2 7 0、第 3 のアクチュエーターの本体部 1 2 2 4、および第 1 のアクチュエーターの本体部 1 2 1 0 は、アクチュエーター 1 2 0 0 と同様に構成され得る。エンドシャフト 1 2 8 4 は、ねじ山が切られず、そしてエンドリング 1 2 8 2 によって適所に保持され、そしてナット 1 2 7 0 内にねじ山が切られる。第 3 のアクチュエーターの本体部 1 2 2 4 を回転させることにより、アクチュエーター 1 2 0 0 について記載したようにアクチュエーターの長さ L を調節する。さらに、エンドリング 1 2 8 2 を回転させることにより、アクチュエーター 1 5 0 0 の長さを調節する。

10

【 0 1 3 0 】

エンドリング 1 2 8 2 およびエンドシャフト 1 2 8 4 は、エンドシャフト 1 2 8 4 を回転させることなく、エンドリング 1 2 8 2 が回転し得るように構成され得る。したがって、この長さ調節は、エンドシャフト 1 2 8 4 のスロットが O I C をまたぐときに行われ得る。例えば、この回転によって提供される長さ調節の割合は、エンドリング 1 2 8 2 のフル回転あたり約 0 . 0 1 2 5 インチであり得る。これは、ナット 1 2 7 0 によって提供されるよりも粗い長さ調節であり、そしてナット 1 2 7 0 の回転によって提供され得るよりも大きな長さ調節を調整するために適切である。

20

【 0 1 3 1 】

図 3 4 は、アクチュエーター 1 5 0 0 の上面概略図を示す。例えば、少なくとも 1 つの第 1 の凹んだ止まり穴 1 2 8 6 は、エンドリング 1 2 8 2 上に形成され得る。凹んだ穴 1 2 8 6 でエンドリング 1 2 8 2 を保持するように設計されたツールは、エンドシャフト 1 2 8 4 に対してエンドリング 1 2 8 2 を回転させるために用いられ得る。

【 0 1 3 2 】

次に図 3 5 および 3 6 を参照すると、本発明の局面によるアクチュエーター 1 8 0 0 が示される。アクチュエーター 1 8 0 0 は、引張状態のアクチュエーターの 1 つの実施態様である。1 つの例では、アクチュエーター 1 8 0 0 は、第 1 の接触位置 1 8 1 0 と第 2 の接触位置 1 8 2 0（両方とも間隙 2 2 8 の外側である）とで O I C 2 0 0 と接触する。アクチュエーター 1 8 0 0 の長さは、第 1 の接触位置 1 8 1 0 と第 2 の接触位置 1 8 2 0 との間の距離である。代表的には、アクチュエーター 1 8 0 0 は、O I C の操作温度範囲全体にわたって引張状態のままである（例えば、操作温度範囲全体にわたって、第 2 の領域 2 2 0 に向かって第 1 の領域 2 1 6 を引っ張る傾向にある力をかける）。圧縮状態のアクチュエーターでは、アクチュエーター 1 8 0 0 の長さは、温度が高くなるにつれて長くなり、そして増加した長さは、温度変化に起因する O I C 2 0 0 に用いられる材料の屈折率の変化の影響を取り消すように構成され得る。アクチュエーター 1 8 0 0 は、実質的に剛性を必要としないので、アクチュエーター 1 8 0 0 は、圧縮状態のアクチュエーターに対してより小さな嵩を有し得る。例えば、アクチュエーター 1 8 0 0 は、フレキシブル金属バンドまたはワイヤーのループを含み得る。図 3 7 は、鍵穴状にカットされた形状の切欠き 2 0 0 0 を有する O I C 2 0 0 と共にアクチュエーター 1 8 0 0 を描く。

30

40

【 0 1 3 3 】

図 3 8 および 3 9 を見ると、本発明の局面によるアクチュエーター 2 1 0 0 が示される。アクチュエーター 2 1 0 0 は、引張状態のアクチュエーターの 1 つの実施態様である。この例では、第 1 の支柱 2 1 1 0 は、（例えば、第 1 の領域 2 1 6 中の）穴 2 1 1 2 を通って伸び、そして第 2 の支柱 2 1 2 0 は、（例えば、第 2 の領域 2 2 0 中の）穴 2 1 2 4 を通して伸びる。アクチュエーター 2 1 0 0 は、第 1 のワイヤー 2 1 3 0 および第 2 のワイヤー 2 1 4 0 を含む。ワイヤー 2 1 3 0、2 1 4 0 は、巻き付け付着 2 1 4 2、2 1 4 4、2 1 4 6、および 2 1 4 8 で支柱 2 1 1 0、2 1 2 0 に取り付けられ、付着を固定する部分として、はんだ付けおよび/または圧着を含む。巻き付け 2 1 4 2 および 2 1 4 4

50

は、正味のトルクが第1の支柱2112にかけられていないので、ヘリシティを対向させるように構成され得る。巻き付け2146および2148は、正味のトルクが第2の支柱2120にかけられていないので、ヘリシティを対向させるように構成され得る。

【0134】

図40を参照すると、アクチュエーター2100は、必要に応じて、クランプ2150を含み得る。クランプ2150は、アクチュエーター2100の長さの調節方法を提供するように構成され得る。例えば、クランプ2150を圧着することにより、第1のワイヤー2130の中央を第2のワイヤー2140の中央により近く引き寄せ得、したがって、ワイヤー2130、2140の張力が増加し、それによって、第1の支柱2110と第2の支柱2120との間の距離が短くなる(例えば、アクチュエーター2100を短くする)。アクチュエーター2100は、剛構造を必要としないので、嵩の小さい部品であると理解され得、アクチュエーターは、圧縮状態を維持する必要がある。嵩が減少されたアクチュエーターが好適であり得る。なぜなら、デバイス(OIC)が衝撃または振動を受けると、より大きな嵩の構成部品は、デバイスに損傷を与えるより高いリスクを有する。引張状態のアクチュエーターの他の利点は、誤整列になり、そして第1の領域216または第2の領域220のいずれかの面外変形を引き起こす力のリスクを減少させることである(例えば、チップの座屈のリスクを減少する)。

10

【0135】

図41を見ると、本発明の局面によるアクチュエーター2400が示される。アクチュエーター2400は、第1のアクチュエーターの本体2410および第2のアクチュエーターの本体2420を含む。第2のアクチュエーターの本体部2420は、第1のねじ部2430(例えば、右巻きのねじ山)および第2のねじ部2440(例えば、左巻きのねじ山)を含み得る。第1のアクチュエーターの本体部は、ねじ山が切られた内径切断部分2450、2460を含み、それぞれ第1のねじ部2430および第2のねじ部2440を受け入れる。

20

【0136】

アクチュエーター2400の長さは、第1の末端2470と第2の末端2480との間の距離である。第2のアクチュエーターの本体部2420を回転させることにより、ねじ山が切られた内径切断部分2460に対してねじ山が切られた内径切断部分2450を移動し得、結果として、長さの変化のようにアクチュエーター2400を変形させる。アクチュエーター2400は、位置2470および2480で接触表面を有する圧縮状態のアクチュエーターとして用いられ得る。あるいは、アクチュエーター2400は、位置2486および2488で接触表面を有する引張状態のアクチュエーターとして用いられ得る。

30

【0137】

図42を参照すると、本発明の局面によるウェッジ2500を用いるOIC200が示される。ウェッジ2500は、OIC200中のスロット2510に挿入される。例えば、スロット2510は、鍵穴状の切欠き2520の一部であり得る。1つの例では、力は、フォースアクチュエーター(示されていない)を介して、ウェッジ2500にかけられおよび/またはウェッジ2500から除去される。他の例では、ウェッジ2500は、熱膨張係数を有する。ウェッジ2500の熱膨張および/または熱収縮は、スロット2510にかけられる膨張力および/または収縮力を生じ得る。

40

【0138】

本発明の他の局面は、光集積回路を製造する方法論を提供し、第1の領域に少なくとも1つの導波路および第2の領域に少なくとも1つの導波路を有する基材が設けられる。第1の領域および第2の領域を接続される接続領域が、さらに設けられる。第1のレンズは、接続領域に設けられ、そして第1の領域は、第2の領域からスクロールダイスされる。あるいは、第1の領域は、基材のパターン化エッチングによって第2の領域(例えば、レンズを超えて-レンズを除いて)から分離され得る。アクチュエーターは、第1の領域と第2の領域との間に設けられる。

50

## 【 0 1 3 9 】

本発明は、ある例示した実施形態について示されそして記載されているが、等価の変更および改変が、本明細書および添付の図面の解釈および理解に基づいて当業者に想到され得ることが理解される。特に、上記の構成部品（アセンブリ、デバイス、システムなど）によって行われる種々の機能について、このような構成部品を記載するために使用される用語（「手段」をいうことを含む）は、他に指示がない限り、記載された構造と構造的には等価ではないが記載された構成部品の特定の機能を行い、（例えば、機能的に等価である）本発明の図示された例示の局面で機能を行う任意の構成部品に対応することを意図する。

## 【 図面の簡単な説明 】

10

## 【 0 1 4 0 】

【 図 1 】 従来の A W G マルチプレクサー / デマルチプレクサーデバイスの上面概略図である。

【 図 2 】 本発明の 1 つの局面による基材またはライザーの上面概略図である。

【 図 3 】 本発明の 1 つの局面による O I C の上面概略図である。

【 図 4 】 図 3 の O I C の断面図である。

【 図 5 】 本発明の 1 つの局面による他の基材またはライザーの上面概略図である。

【 図 6 】 本発明の 1 つの局面による他の O I C の上面概略図である。

【 図 7 】 本発明の 1 つの局面によるさらに他の基材またはライザーの上面概略図である。

【 図 8 】 本発明の 1 つの局面によるさらに他の O I C の上面概略図である。

20

【 図 9 】 本発明の 1 つの局面によるよりさらに他の基材またはライザーの上面概略図である。

【 図 1 0 】 本発明の 1 つの局面によるよりさらに他の O I C の上面概略図である。

【 図 1 1 】 本発明の 1 つの局面による他の基材またはライザーの上面概略図である。

【 図 1 2 】 本発明の 1 つの局面による他の O I C の上面概略図である。

【 図 1 3 】 本発明の 1 つの局面による A W G チップの上面概略図である。

【 図 1 4 】 本発明の 1 つの局面による他の A W G チップの上面概略図である。

【 図 1 5 】 本発明の 1 つの局面による O I C の上面概略図である。

【 図 1 6 】 本発明の 1 つの局面による他の O I C の上面概略図である。

【 図 1 7 】 本発明の 1 つの局面によるさらに他の O I C の上面概略図である。

30

【 図 1 8 】 本発明の 1 つの局面によるよりさらに他の O I C の上面概略図である。

【 図 1 9 】 温度安定性ではない従来の A W G および本発明の 1 つの局面による A W G における温度変化（ x 軸）に対する C W 変化（ y 軸）をプロットしたグラフである。

【 図 2 0 】 代表的な O I C の上面概略図である。

【 図 2 1 】 図 2 0 の O I C の断面図である。

【 図 2 2 】 本発明の 1 つの局面による代表的なアクチュエーターの透視図である。

【 図 2 3 】 本発明の 1 つの局面によるアクチュエーターの構成部品の断面図である。

【 図 2 4 】 本発明の 1 つの局面による図 2 2 のアクチュエーターを使用している図 2 0 の O I C の上面概略図である。

【 図 2 5 】 本発明の 1 つの局面によるアクチュエーターの透視図である。

40

【 図 2 6 】 本発明の 1 つの局面によるアクチュエーターの透視図である。

【 図 2 7 】 本発明の 1 つの局面によるアクチュエーターの上面概略図である。

【 図 2 8 】 本発明の 1 つの局面によるアクチュエーターの上面概略図である。

【 図 2 9 】 本発明の 1 つの局面による図 2 8 のアクチュエーターを使用している O I C の断面図である。

【 図 3 0 】 本発明の 1 つの局面によるアクチュエーターの上面概略図である。

【 図 3 1 】 本発明の 1 つの局面によるアクチュエーターの断面図である。

【 図 3 2 】 図 3 1 のアクチュエーターの上面概略図である。

【 図 3 3 】 本発明の 1 つの局面によるアクチュエーターの断面図である。

【 図 3 4 】 図 3 3 のアクチュエーターの上面概略図である。

50

【図35】本発明の1つの局面によるアクチュエーターを使用しているO I Cの上面概略図である。

【図36】図35のアクチュエーターを有するO I Cの上部断面図である。

【図37】本発明の1つの局面によるアクチュエーターを使用しているO I Cの上面概略図である。

【図38】本発明の1つの局面によるアクチュエーターを使用しているO I Cの上面概略図である。

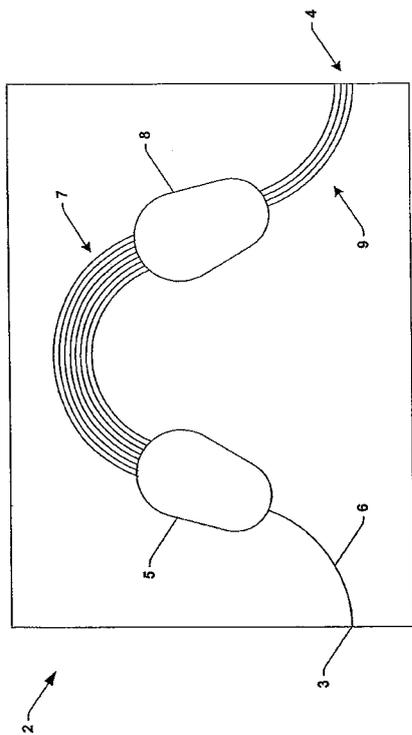
【図39】図38のアクチュエーターを有するO I Cの断面図である。

【図40】本発明の1つの局面によるアクチュエーターを使用しているO I Cの断面図である。

【図41】本発明の1つの局面によるアクチュエーターの概略図である。

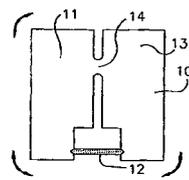
【図42】本発明の1つの局面によるウェッジを使用しているO I Cの上面概略図である。

【図1】

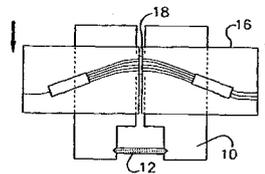


(従来技術)

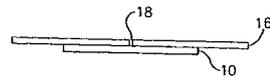
【図2】



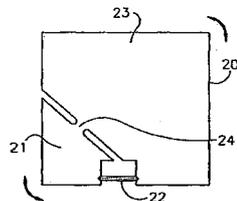
【図3】



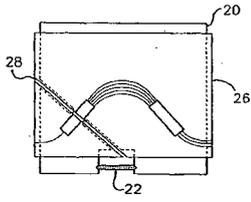
【図4】



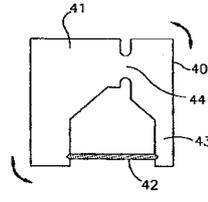
【図5】



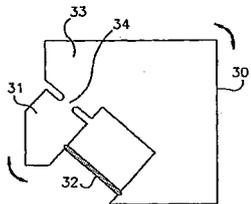
【図6】



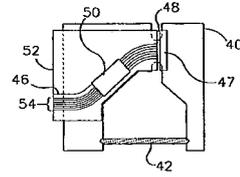
【図9】



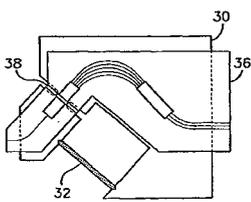
【図7】



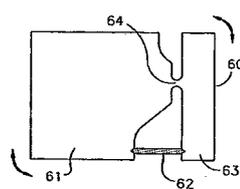
【図10】



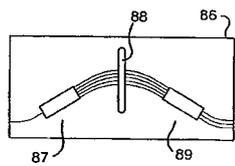
【図8】



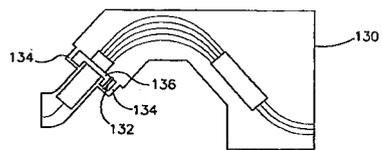
【図11】



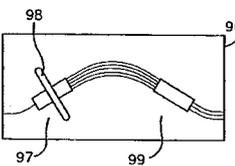
【図13】



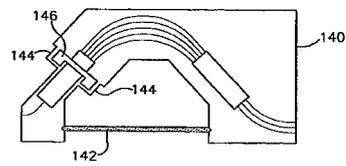
【図17】



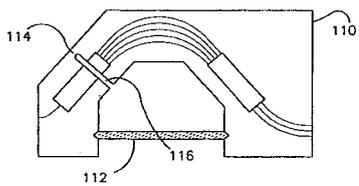
【図14】



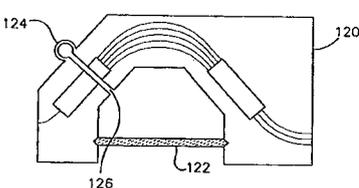
【図18】



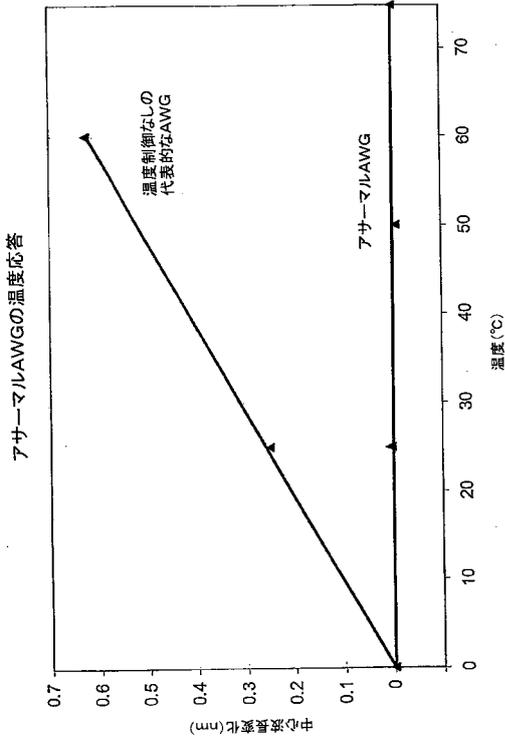
【図15】



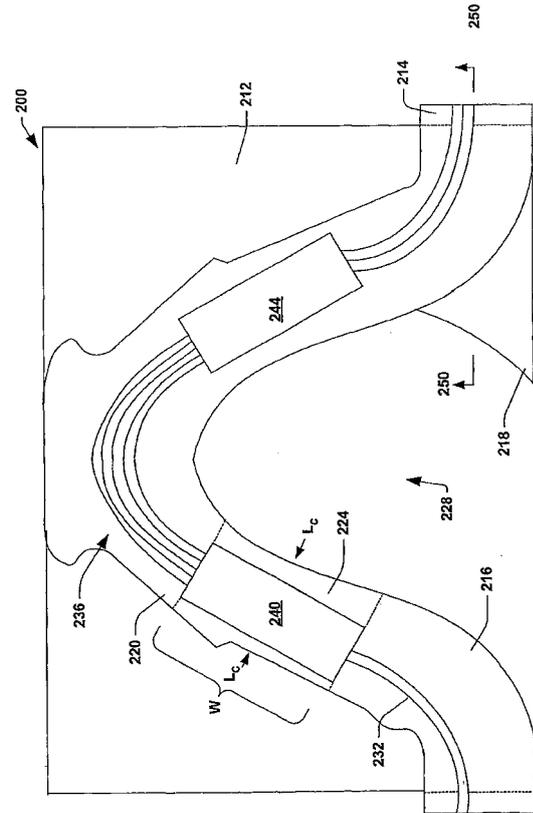
【図16】



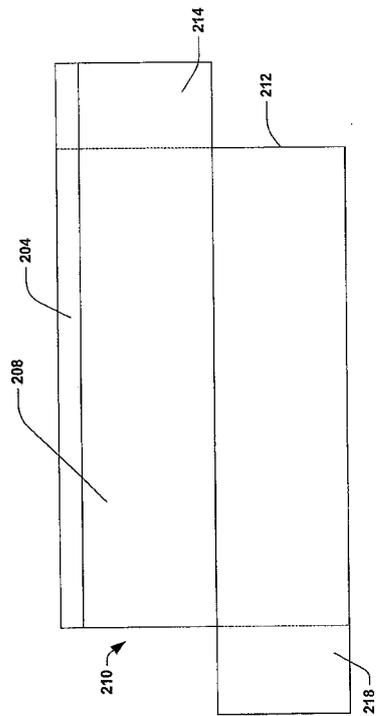
【 図 19 】



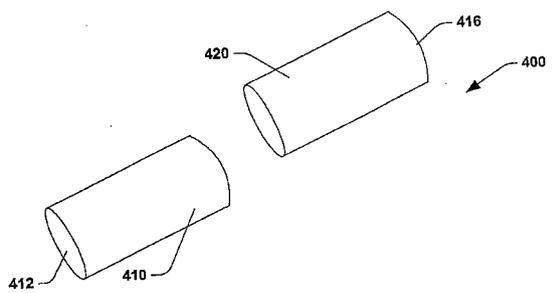
【 図 20 】



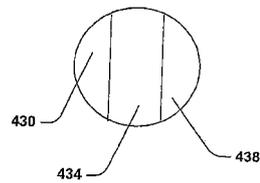
【 図 21 】



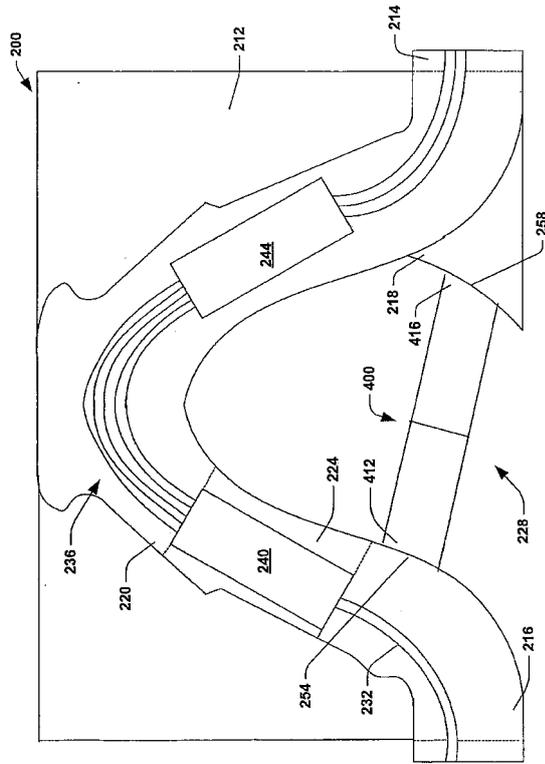
【 図 22 】



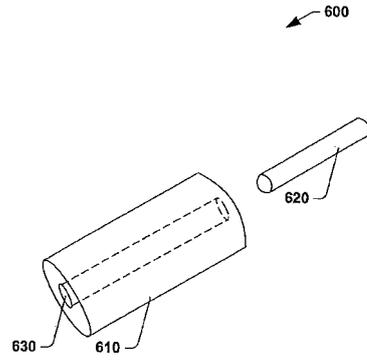
【 図 23 】



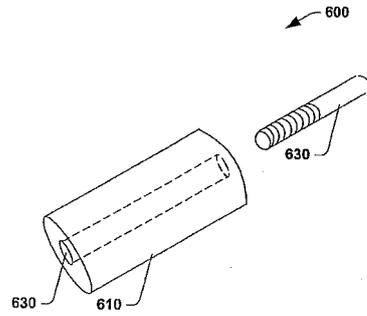
【 24 】



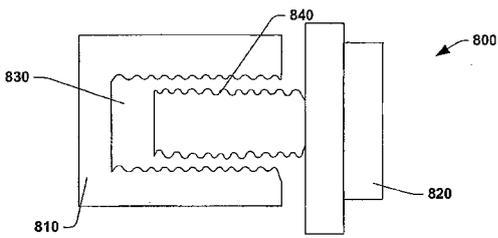
【 25 】



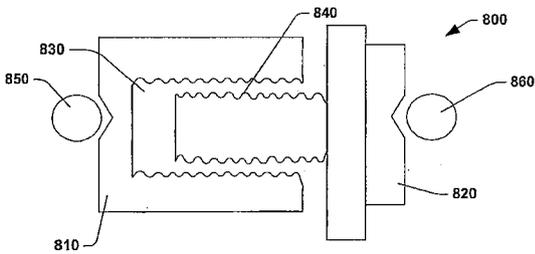
【 26 】



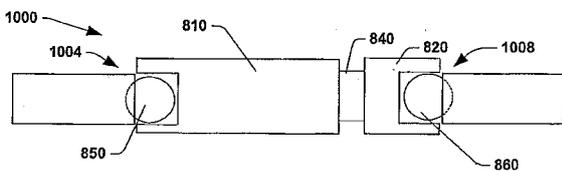
【 27 】



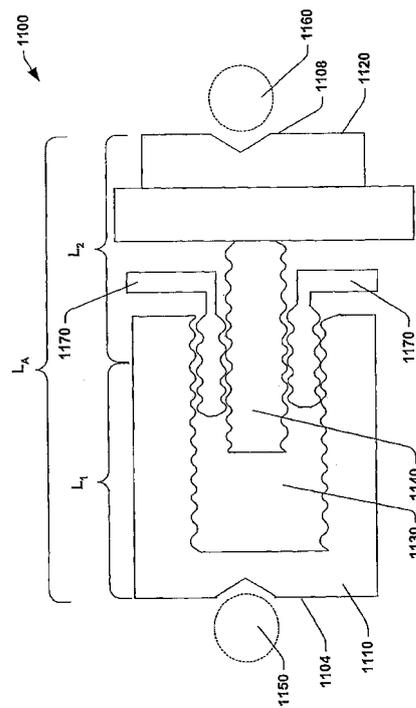
【 28 】



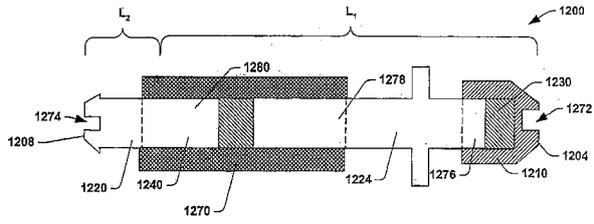
【 29 】



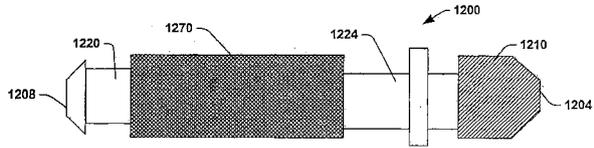
【 30 】



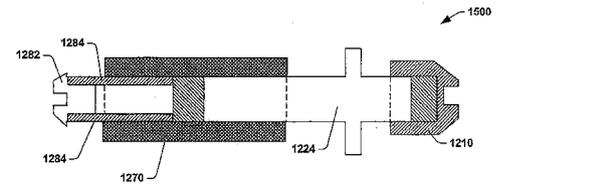
【 3 1 】



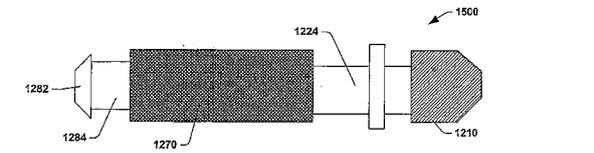
【 3 2 】



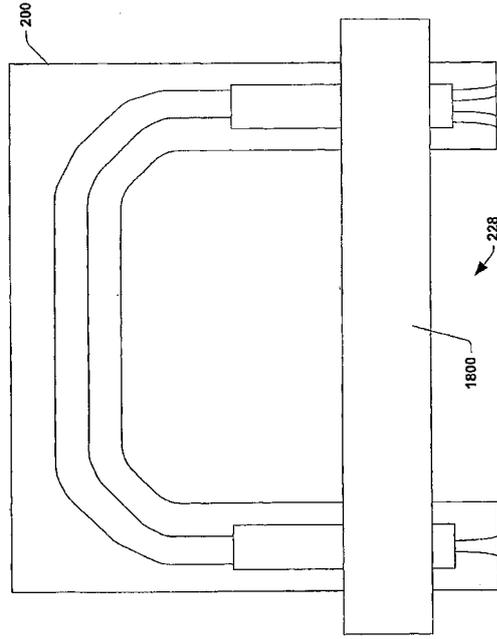
【 3 3 】



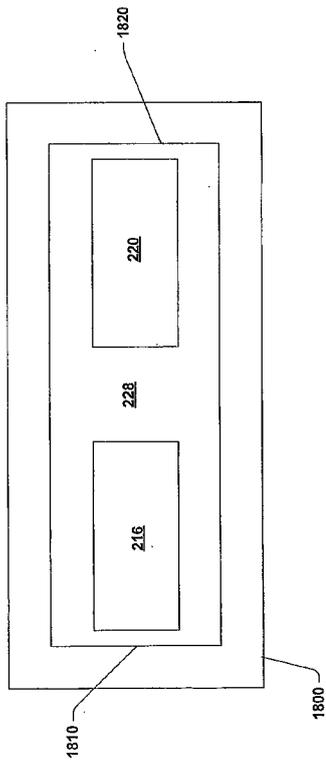
【 3 4 】



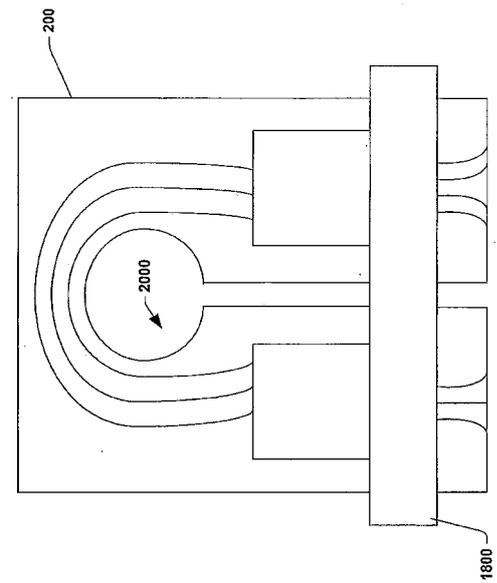
【 3 5 】



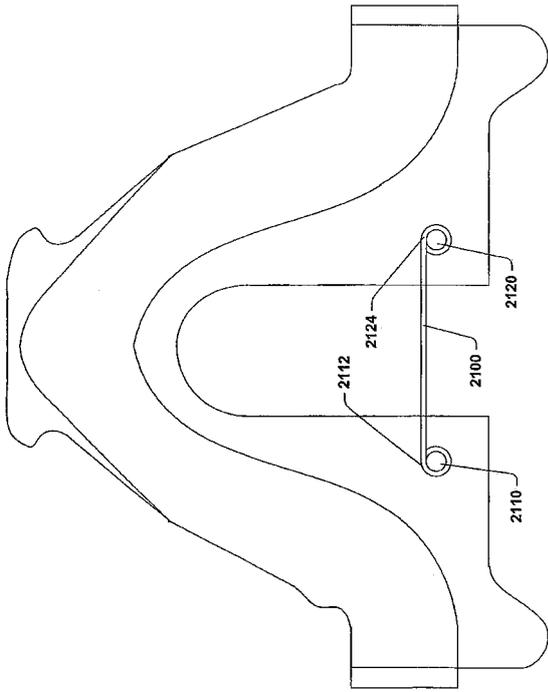
【 3 6 】



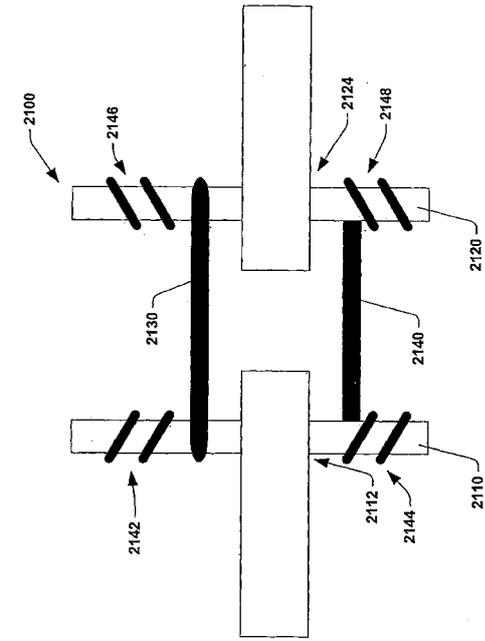
【 3 7 】



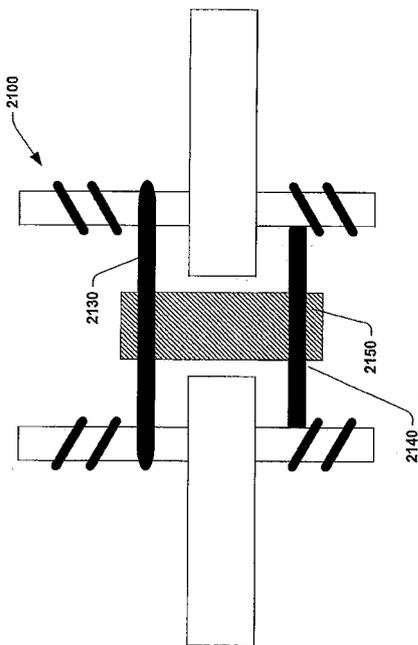
【 図 3 8 】



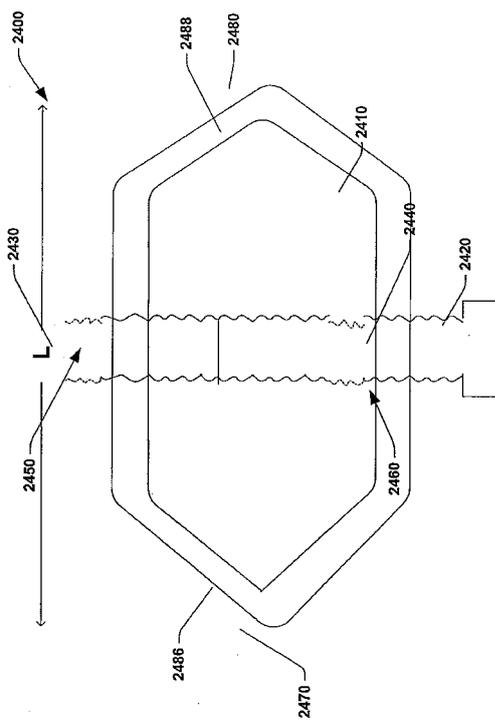
【 図 3 9 】



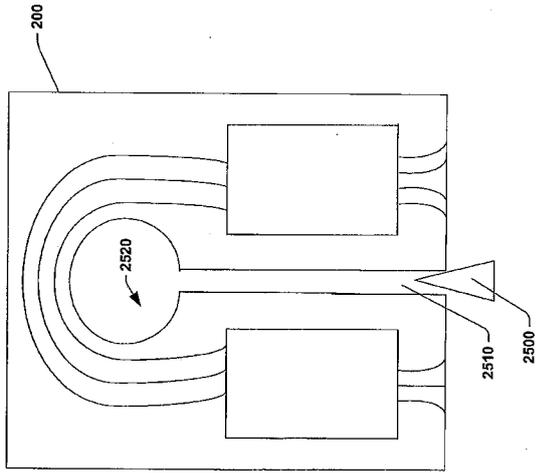
【 図 4 0 】



【 図 4 1 】



【 4 2 】



## フロントページの続き

- (72)発明者 ゲレロ, マイケル  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95037, モーガン ヒル, パークショア ドライブ 245
- (72)発明者 パーチェス, ケネス  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94043, マウンテン ビュー, ノース ウィスマン ロード 398
- (72)発明者 チックノール, アンソニー ジェイ.  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 95014, カパティーノ, バランカ ドライブ 10952
- (72)発明者 マックグリア, ケネス  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94539, フレモント, グレゴリー コート 843
- (72)発明者 メンチェ, ディビッド  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94061, レッドウッド シティ, プリストル ウェイ 2757
- (72)発明者 アスカニオ, ピーター ディー.  
アメリカ合衆国 カリフォルニア 94539, フレモント, パークメドウ ドライブ 45315

審査官 山村 浩

- (56)参考文献 特開2001-324629(JP, A)  
特開2001-013337(JP, A)  
特開2002-071994(JP, A)  
特開2001-356225(JP, A)  
特開2001-337234(JP, A)  
特開2002-022982(JP, A)  
米国特許出願公開第2002/0097961(US, A1)  
国際公開第03/036345(WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

G02B 6/12