

【公報種別】特許法第17条の2の規定による補正の掲載

【部門区分】第6部門第2区分

【発行日】平成18年9月14日(2006.9.14)

【公表番号】特表2005-538392(P2005-538392A)

【公表日】平成17年12月15日(2005.12.15)

【年通号数】公開・登録公報2005-049

【出願番号】特願2004-525094(P2004-525094)

【国際特許分類】

G 0 2 B 6/02 (2006.01)

G 0 2 B 6/00 (2006.01)

H 0 1 S 3/06 (2006.01)

G 0 2 B 6/122 (2006.01)

G 0 2 B 6/13 (2006.01)

【F I】

G 0 2 B 6/10 C

G 0 2 B 6/00 3 7 6 Z

G 0 2 B 6/16

H 0 1 S 3/06 B

G 0 2 B 6/12 A

G 0 2 B 6/12 M

【手続補正書】

【提出日】平成18年7月28日(2006.7.28)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

集束パルス・レーザ光源によって発生するビームを使用して、ガラス材料で作られ、少なくとも1つのコアと少なくとも1つのクラッドを有する光導波路デバイスの中に、永続的に変化した屈折率特性のゾーンを作る方法であって、前記集束パルス・レーザ光源が、

(i) ガラス材料の吸収限界よりも大きな波長と、

(ii) 1ピコ秒未満のパルス幅、および1ナノジュールと1ミリジュールとの間にあるパルス・エネルギーと、

(iii) 限定された焦点領域内でピーク・パルス強度を達成する能力とを有し、

(a) 光導波路デバイス内の限定された目標領域にレーザ・ビーム焦点領域を整列させるステップと、

(b) 熱を蓄積して目標領域においてガラス材料を軟化させ、これによって目標領域において導波路デバイスの中に永続的屈折率変化を誘発させるように選択されたピーク・パルス強度と繰返し率で前記レーザ光源を操作するステップとを含む方法。

【請求項2】

前記ステップ(b)が、

(c) 前記ピーク・パルス強度を、前記導波路デバイスにおいて永続的屈折率変化を誘発させるためのしきい値より下に減少させるステップと、

(d) 前記焦点領域を前記少なくとも1つのコアの縦軸に実質的に垂直の方向に向ける

ステップと、

(e) 最大蛍光レベルが前記焦点領域の前記少なくとも1つのコアとの位置整列を示すように、前記少なくとも1つのコアからの多光子蛍光レベルを測定しながら、前記焦点領域を前記導波路デバイス全体にわたって掃引するステップと、

(f) 前記ゾーンを作るために、前記ピーク・パルス強度を少なくとも、前記導波路デバイスにおける永続的屈折率変化を誘発させるためのしきい値に設定して、前記焦点領域を掃引するために前記方向配置と位置整列を空間基準として使用するステップであって、前記ゾーンは前記焦点領域の方向配置と位置にそれぞれ対応する前記導波路デバイスの方向配置と位置を有する使用するステップと

を含む請求項1に記載の方法。

【請求項3】

少なくとも2つの集束パルス・レーザ光源によって発生するビームを使用して、ガラス材料で作られた、少なくとも1つのコアと少なくとも1つのクラッドを有する光導波路デバイスの中に、永続的に変化した屈折率特性のゾーンを作る方法であって、前記集束パルス・レーザ光源の各々は、

(i) ガラス材料の吸収限界よりも大きな波長と、

(ii) 1ピコ秒未満のパルス幅、および1ナノジュールと1ミリジュールとの間にあるパルス・エネルギーと、

(iii) 限定された焦点領域内でピーク・パルス強度を達成する能力とを有し、

(a) 光導波路デバイス内の限定された目標領域にレーザ・ビーム焦点領域を整列させるステップと、

(b) 前記レーザ光源を、熱を蓄積して目標領域においてガラス材料を軟化させ、これによって目標領域において導波路デバイスの中に永続的屈折率変化を誘発させるように選択された組合せピーク・パルス強度と繰返し率で操作するステップと

を含む方法。

【請求項4】

前記ステップ(b)が、

(c) 前記ピーク・パルス強度の組合せが、前記導波路デバイスにおいて永続的屈折率変化を誘発させるためのしきい値より下になるように、各レーザ光源の前記ピーク・パルス強度を減少させるステップと、

(d) 前記焦点領域を前記少なくとも1つのコアの縦軸に実質的に垂直の方向に向けるステップと、

(e) 最大蛍光レベルが前記焦点領域の前記少なくとも1つのコアとの位置整列を示すように、前記少なくとも1つのコアからの多光子蛍光レベルを測定しながら、前記焦点領域を前記導波路デバイス全体にわたって掃引するステップと、

(f) 前記ゾーンを作るために、前記組合せピーク・パルス強度をもたらす前記ピーク・パルス強度を少なくとも、前記導波路デバイスにおける永続的屈折率変化を誘発させるためのしきい値に設定して、前記焦点領域を掃引するために前記方向配置と位置整列を空間基準として使用するステップであって、前記ゾーンは前記焦点領域の方向配置と位置にそれぞれ対応する前記導波路デバイスの方向配置と位置を有する使用するステップと

を含む請求項3に記載の方法。

【請求項5】

少なくとも2つの集束パルス・レーザ光源によって発生するビームを使用して、ガラス材料で作られ、少なくとも1つのコアと少なくとも1つのクラッドを有する光導波路デバイスの中に、永続的に変化した屈折率特性のゾーンを作る方法であって、前記集束パルス・レーザ光源の各々は、

(i) ガラス材料の吸収限界よりも大きな波長と、

(ii) 1ピコ秒未満のパルス幅、および1ナノジュールと1ミリジュールとの間にあるパルス・エネルギーと、

(iii) ピーク・パルス強度を達成する能力とを有し、

(a) 焦点領域を有する単一レーザ・ビームを作るために前記レーザ・ビームを組み合わせるステップと、

(b) 光導波路デバイス内の限定された目標領域に前記単一レーザ・ビーム焦点領域を整列させるステップと、

(c) 前記レーザ光源を、熱を蓄積して目標領域においてガラス材料を軟化させ、これによって目標領域において導波路デバイスの中に永続的屈折率変化を誘発させるために選択されたピーク・パルス強度と繰返し率で操作するステップとを含む方法。

【請求項6】

前記ステップ(c)が、

(c) 前記焦点領域における前記ピーク・パルス強度の組合せが、前記導波路デバイスにおいて永続的屈折率変化を誘発させるためのしきい値より下になるように、各レーザ光源の前記ピーク・パルス強度を減少させるステップと、

(d) 前記焦点領域を前記少なくとも1つのコアの縦軸に実質的に垂直の方向に向けるステップと、

(e) 最大蛍光レベルが前記焦点領域の前記少なくとも1つのコアとの位置整列を示すように、前記少なくとも1つのコアからの多光子蛍光レベルを測定しながら、前記焦点領域を前記導波路デバイス全体にわたって掃引するステップと、

(f) 前記ゾーンを作るために、組合せピーク・パルス強度をもたらすための前記ピーク・パルスを少なくとも、前記導波路デバイスにおける永続的屈折率変化を誘発させるためのしきい値に設定して、前記方向配置と位置整列を前記焦点領域を掃引するための空間基準として使用するステップであって、前記ゾーンは前記組合せ焦点領域の方向配置と位置に対応する前記導波路デバイスの方向配置と位置を有するステップと

を含む請求項5に記載の方法。

【請求項7】

前記各または少なくとも1つのパルス・レーザ光源が500Hz～1GHzのパルス繰返し率で操作される請求項2、4または6のいずれか1項に記載の方法。

【請求項8】

前記または各レーザ光源が、周波数2倍エルビウム・ドープ・ファイバ・レーザの出力がTi:サファイア利得物質に基づくレーザ再生増幅器において増幅されるレーザ・システムである請求項1～7いずれか1項に記載の方法。

【請求項9】

前記または各レーザ光源が0.1～10mmのビーム直径を有する請求項1～8いずれか1項に記載の方法。

【請求項10】

前記レーザ光源の各々からの集束パルス・レーザ光がレンズ、アキシコン、集束ミラー、またはこれらの組合せによって集束される請求項1～9のいずれか1項に記載の方法。

【請求項11】

各前記レンズ、アキシコン、集束ミラーが、1mm～30mmの焦点距離と0.05～1.3の開口数を有する請求項10に記載の方法。

【請求項12】

前記パルス幅が200フェムト秒未満である請求項1～11のいずれか1項に記載の方法。

【請求項13】

前記パルス繰返し率が1kHz～100MHzであり、前記パルス繰返し率はレーザ・パラメータとガラス材料特性に基づいて選択され、熱が蓄積してガラス材料を軟化することができるように、ターゲット領域の熱拡散時間より速いパルスを送り出す請求項7に記載の方法。

【請求項 1 4】

前記パルス繰返し率が $1\text{ kHz} \sim 100\text{ MHz}$ である請求項 3 または 5 に記載の方法。

【請求項 1 5】

熱蓄積条件下でのより大きな材料再構成が、ガラス材料のためのより大きな熱活性化障壁を生じさせ、元の形に弛めて戻し、これによって材料中のあらゆる書き込み構造の寿命を大幅に延ばす請求項 1 に記載の方法。

【請求項 1 6】

永続的屈折率変化を誘発させるための前記ピーク・パルス強度しきい値が少なくとも 10^{10} W/cm^2 である請求項 1 ～ 1 1 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 1 7】

前記光導波路デバイスが、ガラス基板の中に埋め込まれた光導波路、従来の光ファイバ、偏光維持光ファイバ、ゲルマニウム・エンリッチ・コアを有する光ファイバ、水素または重水素処理光ファイバ、Wファイバ、複数のクラッドを有するファイバ、フォトニック結晶ファイバ、少なくとも 2 つの光導波路を交差することから成る導波路デバイス、テーパー・カップラ、希土ドーパ・ファイバ、さらには強化多光子吸収のためとフェムト秒レーザ誘発材料変更のためのしきい値を低くするために設計されたドーパ・ガラスから成る光導波路デバイスの群から選択される請求項 1 ～ 1 6 のいずれか 1 項に記載の方法。

【請求項 1 8】

前記レーザ光源の各々からの集束パルス・レーザ光が反射式光学器械によって集束される請求項 3 または 5 に記載の方法。

【請求項 1 9】

コア、クラッド、さらに単一ゾーンにおいて導波路デバイスの屈折率特性が永続的に変化させられた少なくとも単一のゾーンを有する光導波路デバイスであって、変化させられた導波路デバイスは減衰器、光タップ、偏光計、またはブラッグ回折格子として働く光導波路デバイス。

【請求項 2 0】

前記ゾーンが前記コアの内部にある請求項 1 9 に記載の光導波路デバイス。

【請求項 2 1】

前記ゾーンが前記クラッドの内部に位置する請求項 1 9 に記載の光導波路デバイス。

【請求項 2 2】

前記ゾーンが前記クラッドと前記コアとの境界に位置する請求項 1 9 に記載の光導波路デバイス。

【請求項 2 3】

前記ゾーンが前記光導波路デバイスのエバネッセント領域内に位置する請求項 1 9 に記載の光導波路デバイス。

【請求項 2 4】

前記ゾーンが、前記コアの特定の位置、前記クラッド、または前記クラッドと前記コアとの境界に位置して、前記ゾーンは前記コアの縦軸に対して垂直に、前記縦軸に対してある角度で、または前記縦軸に対して平行に方向づけられる請求項 1 9 に記載の光導波路デバイス。

【請求項 2 5】

コアと、クラッドと、導波路デバイスに沿って延びる光伝達軸とを有する細長い導波路デバイスを含む光減衰器であって、前記導波路デバイスは中に単一ゾーンも含み、デバイスの屈折率が、前記コアに沿って伝達される光の制御された部分がコアから除去されるように永続的に変化しており、これによって光の制御された残りの部分をコアの中を伝播させる、光減衰器。

【請求項 2 6】

前記ゾーンが前記伝達軸に垂直に、または前記伝達軸にある鋭角で方向づけられる請求項 2 5 に記載の光減衰器。

【請求項 2 7】

前記ゾーンがクラッドのエバネッセント領域に位置する請求項 2 5 に記載の光減衰器。

【請求項 2 8】

コアと、クラッドと、導波路デバイスに沿って延びる光伝達軸とを有する細長い導波路デバイスを含む光タップであって、前記導波路デバイスは中に単一ゾーンも含み、デバイスの屈折率が、前記コアに沿って伝達される光の制御された部分がコアから除去されるように永続的に変化している、光タップ。

【請求項 2 9】

前記ゾーンが前記伝達軸に垂直に、前記伝達軸にある鋭角で、または前記伝達軸に平行に方向づけられる請求項 2 8 に記載の光タップ。

【請求項 3 0】

前記ゾーンが前記コアの中に、前記クラッドに、前記コアと前記クラッドとの間の境界に、またはクラッドのエバネッセント領域に位置する請求項 2 8 に記載の光タップ。

【請求項 3 1】

請求項 2 8 に記載の光タップを含む光ファイバにおけるパワー・レベルを確認するためのパワー・メータ装置であって、検出器手段と読取り手段がを組み合わせられ、前記検出器手段が、前記ファイバに隣接して位置づけられ、前記ゾーンと半径方向に整列され、前記ゾーンにおいて前記ファイバから除去された光を受光し、除去された光に比例する信号を作ることができるようになっており、前記読取り手段が前記検出器手段に接続され、前記信号がパワー・レベルを表すようになっている、パワー・メータ装置。

【請求項 3 2】

コアと、クラッドと、導波路デバイスに沿って延びる光伝達軸とを有する細長い導波路デバイスを含む光偏光計であって、前記導波路デバイスは、少なくとも 2 つの縦方向に離隔した、デバイスの屈折率が永続的に変化しているゾーンを含み、前記ゾーンは実質的に 90 度で離隔した方位角を有し、前記ゾーンの各々は前記伝達軸に対して実質的にブルースター角で方向づけられ、ゾーンが前記コアからの s 偏光された光を反射することで、前記偏光計が中の 2 つの直交する光の偏光状態を測定することができる、光偏光計。

【請求項 3 3】

前記方位角を 90 度以外の角度で離隔して、偏光に依存する損失を、ゾーンの偏光依存性を平衡化することによって減らす請求項 3 2 に記載の光偏光計。

【請求項 3 4】

前記伝達軸に沿って実質的に 45 度で離隔した方位角で離隔する、前記コア内にある前記ゾーンの 4 つを含み、前記ゾーンの各々は前記軸に対して実質的にブルースター角で方向づけられ、これによって前記コアからの s 偏光された光を反射し、前記ゾーンのあらゆる隣接対の間に位置する前記コアの中に $\lambda/2$ 波プレートを含み、前記 $\lambda/2$ 波プレートの偏光軸は前記隣接対の 1 ゾーンの s 偏光方向に沿った方向配置を有することで、前記偏光計が、前記偏光計における光偏光状態を完全に指定する 4 つのストークス・パラメータをすべて測定することができる請求項 3 2 に記載の光偏光計。

【請求項 3 5】

請求項 1 に記載の方法によって、インタフェース点においてまたはその近くで導波路の屈折率特性を変更させ、光源の特性に合わせるために導波路モード域特性を再形成するように、導波路と特有の光学モード域特性を有する光源との間の結合を改善する方法。

【請求項 3 6】

請求項 1 に記載の方法によって、導波路の少なくとも 1 つの屈折率特性をインタフェース点においてまたはその近くで変更させ、最終導波モード域特性に合わせるために導波路の前記少なくとも 1 つのモード域特性を再形成するように、異なる屈折率プロファイルと対応する光学モード域特性とを有する 2 つの導波路の間の結合を改善する方法。

【請求項 3 7】

導波路のモード域直径を実質的に拡大させるために導波路の屈折率特性が導波路の端面の近くで変化している導波路を含む導波路コリメータであって、導波路から出る光の発散を減らす導波路コリメータ。

【請求項 38】

最初に機械的応力を前記導波路デバイスに加え、次に、変化した屈折率特性の前記ゾーンがいったん作り出されると前記機械的応力を除去するステップを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 39】

最初に電場を前記導波路デバイスに加え、次に、変化した屈折率特性の前記ゾーンがいったん作り出されると前記電場を除去するステップを含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 40】

ある容積の屈折率整合流体を、前記ビームが前記目標領域に達する前に前記流体を通過するように、前記レーザ光源と前記導波路デバイスとの間に位置づけるステップを含む請求項 1 に記載の方法。