

(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2019-20624

(P2019-20624A)

(43) 公開日 平成31年2月7日(2019.2.7)

(51) Int.Cl.
G02B 6/122 (2006.01)

F I
G02B 6/122

テーマコード (参考)
2H147

審査請求 有 請求項の数 7 O L (全 6 頁)

(21) 出願番号 特願2017-140097 (P2017-140097)
(22) 出願日 平成29年7月19日 (2017.7.19)

(71) 出願人 000004226
日本電信電話株式会社
東京都千代田区大手町一丁目5番1号
(74) 代理人 110001243
特許業務法人 谷・阿部特許事務所
(72) 発明者 片寄 里美
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日
本電信電話株式会社内
(72) 発明者 渡邊 啓
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日
本電信電話株式会社内
(72) 発明者 笠原 亮一
東京都千代田区大手町一丁目5番1号 日
本電信電話株式会社内
Fターム(参考) 2H147 EA13C EA14A EA14B EA32B EA36B
FA21 FC01 FC07

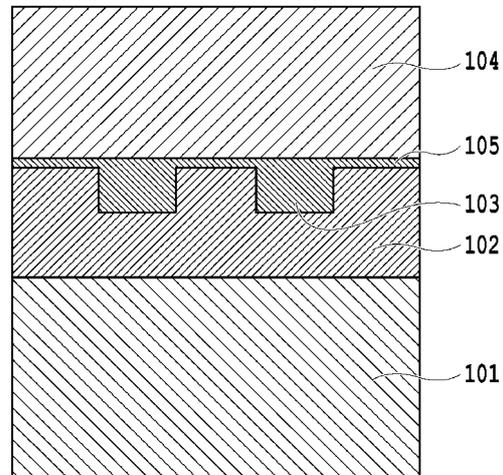
(54) 【発明の名称】 光導波路

(57) 【要約】

【課題】熱処理においてコア層がアンダークラッド層中に沈み込むことを抑制し、且つコア膜の面内均質化を実現可能な光導波路を提供すること。

【解決手段】本発明に係る光導波路は、基板と、前記基板上に形成されたSiO₂アンダークラッド層と、前記SiO₂アンダークラッド層上に形成されたコア層と、前記SiO₂アンダークラッド層及び前記コア層上に設けられたコア膜と、前記コア膜上に形成されたSiO₂オーバークラッド層と、を備えた光導波路であって、前記SiO₂アンダークラッド層及び前記SiO₂オーバークラッド層にはドーパントが添加されており、前記コア膜は、前記コア層の厚みの5%以下の厚みを有することを特徴とする。

【選択図】 図3



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、
前記基板上に形成されたアンダークラッド層と、
前記アンダークラッド層上に形成されたコア層と、
前記アンダークラッド層及び前記コア層上に設けられたコア膜と、
前記コア膜上に形成されたオーバークラッド層と、を備えた光導波路であって、
前記コア膜は、前記コア層の厚みの 5 % 以下の厚みを有することを特徴とする光導波路

【請求項 2】

前記コア層は、純粋石英で構成されていることを特徴とする請求項 1 に記載の光導波路

【請求項 3】

前記コア膜は、純粋石英で構成されていることを特徴とする請求項 1 又は 2 に記載の光導波路。

【請求項 4】

前記アンダークラッド層及び前記オーバークラッド層は、 SiO_2 で構成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の光導波路。

【請求項 5】

前記アンダークラッド層及び前記オーバークラッド層には、ドーパントが添加されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれかに記載の光導波路。

【請求項 6】

前記ドーパントは、ホウ素又はフッ素で構成されていることを特徴とする請求項 5 に記載の光導波路。

【請求項 7】

純粋石英コア層を有する光導波路の製造方法であって、
基板上にホウ素又はフッ素がドーピングされた SiO_2 を堆積して SiO_2 アンダークラッド層を形成する工程と、
前記純粋石英コア層の形成位置において、前記 SiO_2 アンダークラッド層を矩形状にエッチングする工程と、
前記 SiO_2 アンダークラッド層の表面を覆うように純粋石英を堆積させる工程と、
堆積された前記純粋石英に対して、前記コア層の厚みの 5 % 以下の厚みを有するコア膜を残すようにウエハ研磨を行う工程と、
前記コア膜上に、前記 SiO_2 アンダークラッド層と同じ屈折率となるようにホウ素又はフッ素をドーピングした SiO_2 を堆積して SiO_2 オーバークラッド層を形成する工程と、
を含むことを特徴とする光導波路の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、熱処理においてコア層がアンダークラッド層中に沈み込むことを抑制して可視光用導波路の低損失化を可能にするとともに、マイクロローディング効果を発生させずにコア膜の面内均質化を実現可能な光導波路に関する。

【背景技術】

【0002】

石英系 PLC デバイスは、光通信・光信号処理システムを中心に用いられている。石英系 PLC デバイスを構成する石英系導波路は、通信波長用に設計・作製されており、そのコア材料には、 SiO_2 に GeO_2 をドープした $\text{SiO}_2 - \text{GeO}_2$ が用いられている（例えば特許文献 1 参照）。石英系導波路のコア材料として $\text{SiO}_2 - \text{GeO}_2$ を用いた場合、通信波長帯では、大きな吸収損失もなく、極めて低損失で、実績ある光導波路を作製するこ

10

20

30

40

50

とができる。

【0003】

近年、石英系 PLC デバイスは、光通信・光信号処理システムだけでなく、映像・センサデバイスとしても用いられており、可視光波長用に設計された石英系 PLC デバイスも開発されている。

【0004】

しかしながら、石英系導波路のコア材料として用いられる $\text{SiO}_2 - \text{GeO}_2$ は、通信波長帯では吸収端を有さないものの、可視光波長帯では吸収端を有するため、可視光が石英系 PLC デバイスに入力されて導波路を伝搬すると、電子励起に起因した光吸収により光学特性が劣化するという問題があった。

10

【0005】

そこで、コア材料としてドーパントを用いず、純粋石英コアを用いる方法がある。コア材料として純粋石英コアを用いる場合、クラッド材料として、クラッド層の屈折率を純粋石英の屈折率より下げるために、ホウ素やフッ素をドーブした石英が用いられる。

【0006】

図1は、ホウ素やフッ素をドーブした石英を用いたクラッド層を有する従来の光導波路構造を示す。図1には、Si基板1と、Si基板1上に形成された SiO_2 アンダークラッド層2と、 SiO_2 アンダークラッド層2上に形成された純粋石英コア層3と、純粋石英コア層3を埋め込むように SiO_2 アンダークラッド層2及び純粋石英コア層3上に形成された SiO_2 オーバークラッド層4と、を備えた光導波路構造が示されている。 SiO_2 アンダークラッド層2及び SiO_2 オーバークラッド層4は、ホウ素又はフッ素がドーピングされている。

20

【0007】

しかしながら、ドーパントが多いほど融点が低くなるため、このようなホウ素やフッ素をドーブした石英をクラッド層として用いた場合、導波路作製過程にてコア膜の膜質安定化およびクラッド層の平坦化のために火炎堆積法などによる熱処理をすると、図1に示されるように融点の高い純粋石英コア層3がドーパントリッチで融点の低い SiO_2 アンダークラッド層2中に沈み込んでしまう。そのため、例えば、導波路間隔を制御できないなど所望の回路パターンを形成できず、高機能な回路の形成が困難であるという問題があった。

30

【0008】

そこで、矩形のコア底面に極めて薄いコア膜を残すことで、表面張力によりコア層を浮かせ、熱処理においてコア層がアンダークラッド層中に沈み込むことを抑制する手法が提案されている(例えば、特許文献2参照)。図2は、特許文献2に示す従来の光導波路構造を示す。図2には、Si基板11と、Si基板11上に形成された SiO_2 アンダークラッド層12と、純粋石英コア層13と、純粋石英コア層13を埋め込むように SiO_2 アンダークラッド層12及び純粋石英コア層13上に形成された SiO_2 オーバークラッド層14と、 SiO_2 アンダークラッド層12上で純粋石英コア層13下に設けられたコア膜15と、を備えた光導波路構造が示されている。 SiO_2 アンダークラッド層12及び SiO_2 オーバークラッド層14は、ホウ素又はフッ素がドーピングされている。

40

【0009】

図2に示す従来の光導波路構造では、エッチングにより純粋石英コア層13の回路パターンを形成し、矩形の純粋石英コア層13底面に極めて薄いコア膜15を残すことで、その表面張力により純粋石英コア層13を浮かせ、熱処理において純粋石英コア層13が SiO_2 アンダークラッド層12中に沈み込むことを抑制している。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0010】

【特許文献1】特開2013-171261号公報

【特許文献2】特開2006-30734号公報

50

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0011】

図2に示す従来の光導波路構造では、エッチングによりコア膜15の膜厚を制御して薄膜化を実現している。

【0012】

しかしながら、エッチングにより薄いコア膜15をSiO₂アンダークラッド層12上に残そうとすると、回路パターンの疎密によりエッチング速度が変化するマイクロローディング効果が起こる。そのため、回路パターンが密集しているエリアではエッチング速度が低くなり、回路パターンが疎なエリアではエッチング速度が高くなることから、ウエハ面内においてコア膜15の均質な残し厚の制御が困難であるという問題があった。

10

【0013】

本発明は、上記課題に鑑みてなされたものであり、熱処理においてコア層がアンダークラッド層中に沈み込むことを抑制して可視光用導波路の低損失化を可能にするとともに、マイクロローディング効果を生じさせずにコア膜の面内均質化を実現可能な光導波路を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0014】

上記課題を解決するために、本発明の一態様に係る光導波路は、基板と、前記基板上に形成されたSiO₂アンダークラッド層と、前記SiO₂アンダークラッド層上に形成されたコア層と、前記SiO₂アンダークラッド層及び前記コア層上に設けられたコア膜と、前記コア膜上に形成されたSiO₂オーバークラッド層と、を備えた光導波路であって、前記SiO₂アンダークラッド層及び前記SiO₂オーバークラッド層にはドーパントが添加されており、前記コア膜は、前記コア層の厚みの5%以下の厚みを有することを特徴とする。

20

【発明の効果】

【0015】

本発明によれば、熱処理においてコア層がアンダークラッド層中に沈み込むことを抑制して可視光用導波路の低損失化を可能にするとともに、マイクロローディング効果を生じさせずにコア膜の面内均質化を実現可能な光導波路を提供することが可能となる。

30

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1】ホウ素やフッ素をドーピングした石英を用いたクラッド層を有する従来の光導波路構造を示す。

【図2】特許文献2に示す従来の光導波路構造を示す図である。

【図3】本発明の実施例に係る光導波路構造を例示する図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

(実施例)

図3は、本発明の実施例に係る光導波路を例示する。図3には、例えばSiで構成された基板101と、基板101上に形成され、例えばSiO₂で構成されたアンダークラッド層102と、アンダークラッド層102上に形成され、例えば純粋石英で構成されたコア層103と、アンダークラッド層102及びコア層103上に設けられたコア膜105と、コア膜105上に形成され、例えばSiO₂で構成されたオーバークラッド層104と、を備えた光導波路構造が示されている。アンダークラッド層102及びオーバークラッド層104は、ホウ素又はフッ素がドーピングされている。

40

【0018】

コア膜105は、表面張力によりコア層103を浮かせることができるように、且つ光学特性に影響を及ぼさないように、コア層103の厚みの5%以下の厚みを有することができる。コア膜厚の下限は、基板ウエハの平坦性・堆積膜の平坦性・研磨の加工精度によ

50

って決定され、おおよそ $0.1\ \mu\text{m}$ 程度である。

【0019】

以下、本発明の実施例に係る光導波路の製造方法について説明する。まず、 $1\ \text{mm}$ の厚さを有する基板101上に火炎堆積法によってホウ素又はフッ素がドーピングされた SiO_2 を例えば $20\ \mu\text{m}$ 堆積してアンダークラッド層102を形成した。次に、コア層103の形成位置において、アンダークラッド層102を例えば深さ $4\ \mu\text{m}$ の矩形状にエッチングする。その後、アンダークラッド層102の表面を覆うように純粋石英を堆積させることによって、 $4\ \mu\text{m}$ の厚みを有するコア層103を形成する。次に、堆積された純粋石英に対して、厚さ例えば $0.1\ \mu\text{m}$ 程度のコア膜105を残すようにウエハ研磨を行う。その後、アンダークラッド層102と同じ屈折率となるように火炎堆積法によってホウ素又はフッ素をドーピングした SiO_2 を $20\ \mu\text{m}$ 堆積してオーバークラッド層104を形成した。

10

【0020】

本実施例に係る光導波路によると、コア膜105はエッチングではなくウエハ研磨により残り厚を制御することから、マイクロローディング効果が生じないため、面内均質化が可能となる。また、極めて薄いコア膜105をコア層103の上面に残すことで、表面張力によりコア層103を浮かせることができるため、熱処理においてコア層103がアンダークラッド層102中に沈み込むことを抑制して可視光用導波路の低損失化が可能となる。

【0021】

なお、上記実施例では、コア膜105はコア層103と同じ純粋石英で構成されているが、例えば Al_2O_3 をドーピングした SiO_2 などで構成してもよい。コア膜105の材料及び厚さは、表面張力によりコア層103を浮かせることが可能な組み合わせから選択される。

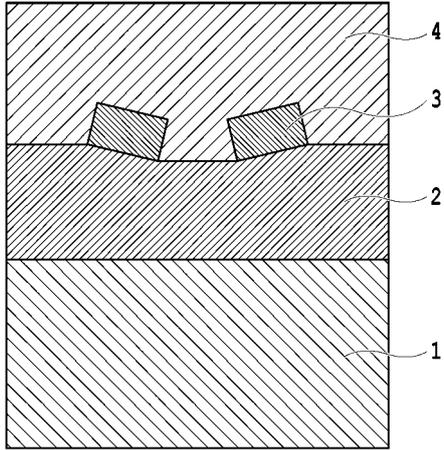
20

【0022】

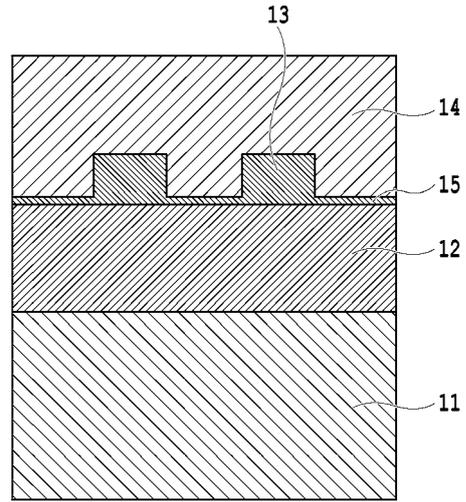
また、上記実施例では、オーバークラッド層104をその屈折率がアンダークラッド層102と同じ屈折率となるように構成したが、石英コア層103よりも低い屈折率であれば、アンダークラッド層102とオーバークラッド層104とが異なる屈折率となるように構成してもよい。また、アンダークラッド層102及びオーバークラッド層104は、同じものであっても異なるものであってもよい。

30

【 図 1 】



【 図 2 】



【 図 3 】

