

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3987619号
(P3987619)

(45) 発行日 平成19年10月10日(2007.10.10)

(24) 登録日 平成19年7月20日(2007.7.20)

(51) Int.C1.

F 1

GO2B 5/04	(2006.01)	GO2B 5/04	A
GO2B 27/09	(2006.01)	GO2B 27/00	E
G11B 7/135	(2006.01)	G11B 7/135	A

請求項の数 14 (全 14 頁)

(21) 出願番号 特願平10-10791
 (22) 出願日 平成10年1月22日(1998.1.22)
 (65) 公開番号 特開平10-268113
 (43) 公開日 平成10年10月9日(1998.10.9)
 審査請求日 平成17年1月19日(2005.1.19)
 (31) 優先権主張番号 特願平9-9348
 (32) 優先日 平成9年1月22日(1997.1.22)
 (33) 優先権主張国 日本国(JP)

(73) 特許権者 000005821
 松下電器産業株式会社
 大阪府門真市大字門真1006番地
 (74) 代理人 100078282
 弁理士 山本 秀策
 (72) 発明者 西脇 青児
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内
 (72) 発明者 細美 哲雄
 大阪府門真市大字門真1006番地 松下
 電器産業株式会社内

審査官 谷山 稔男

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】プリズムとその製造方法、及びそれを使用した光ビーム整形装置及び光ヘッド装置、並びに光ビーム整形方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

屈折率の波長依存性を有する第1の材料から構成されている第1の部分と、
 該第1の材料とは異なる屈折率の波長依存性を有する第2の材料から構成されている第2の部分と、
 が、隣接して配置されて構成されているプリズムであって、

該第1の部分及び該第2の部分は、該第1の部分における屈折率の波長依存性と該第2の部分における屈折率の波長依存性とが、実質的にお互いに打ち消し合う形状を有する構成であって、外部入射光から出射光までの光路において反射箇所を含む反射型プリズムであり、

該反射型プリズムの該光路は、前記第1の部分への該外部入射光の入射面をA面とし、該第1の部分と前記第2の部分との間の接合面をB面とし、該第2の部分の該B面の対面をC面とするときに、該外部入射光は該A面に入射して屈折し、該A面を屈折する光は該B面に入射して屈折し、該B面を屈折する光は該C面に入射して反射し、該C面を反射する光は該B面に再び入射して屈折し、該B面を屈折する光は再び該A面に入射して屈折し、該出射光として外部に供給され、

前記第2の材料が前記第1の材料よりも大きな屈折率の波長依存性を有しており、
 該プリズムによって外部入射光に対して出射光が空間的に拡大される場合に、前記A面への該外部入射光の入射方向に対して該A面、前記B面、及び前記C面の各々の法線がなす角をそれぞれ /2-1、/2-2、及び /2-3 とすると、/2-1 > /2-2 > /2-3 なる

る関係が成立する（但し、 $_{11}$ 、 $_{12}$ 、及び $_{13}$ は、該外部入射光の入射方向に対して該 A 面、該 B 面、及び該 C 面がそれぞれなす角である）、プリズム。

【請求項 2】

前記第 1 の部分と前記第 2 の部分とは、直接にお互いに貼り合わされている、請求項 1 に記載のプリズム。

【請求項 3】

外部入射光と出射光とでは、空間的な光強度分布がお互いに変化している、請求項 1 に記載のプリズム。

【請求項 4】

屈折率の波長依存性を有する第 1 の材料から構成されている第 1 の部分と、
該第 1 の材料とは異なる屈折率の波長依存性を有する第 2 の材料から構成されている第 2 の部分と、
が、隣接して配置されているプリズムであって、

該第 1 の部分及び該第 2 の部分は、該第 1 の部分における屈折率の波長依存性と該第 2 の部分における屈折率の波長依存性とが、実質的にお互いに打ち消し合う形状を有する構成であって、外部入射光から出射光までの光路において反射箇所を含む反射型プリズムであり、

該反射型プリズムの該光路は、前記第 1 の部分への該外部入射光の入射面を A 面とし、該第 1 の部分と前記第 2 の部分との間の接合面を B 面とし、該第 2 の部分の該 B 面の対面を C 面とするときに、該外部入射光は該 A 面に入射して屈折し、該 A 面を屈折する光は該 B 面に入射して屈折し、該 B 面を屈折する光は該 C 面に入射して反射し、該 C 面を反射する光は該 B 面に再び入射して屈折し、該 B 面を屈折する光は再び該 A 面に入射して屈折し、該出射光として外部に供給され、

前記第 2 の材料が前記第 1 の材料よりも大きな屈折率の波長依存性を有しており、
該プリズムによって外部入射光に対して出射光が空間的に縮小される場合に、前記 A 面への該外部入射光の入射方向に対して該 A 面、前記 B 面、及び前記 C 面の各々の法線がなす角をそれぞれ $/2 - 1$ 、 $/2 - 2$ 、及び $/2 - 3$ とすると、 $2 < 3 < 1$ なる関係が成立する（但し、 $_{11}$ 、 $_{12}$ 、及び $_{13}$ は、該外部入射光の入射方向に対して該 A 面、該 B 面、及び該 C 面がそれぞれなす角である）、プリズム。

【請求項 5】

前記第 1 の部分と前記第 2 の部分とは、直接にお互いに貼り合わされている、請求項 4 に記載のプリズム。

【請求項 6】

外部入射光と出射光とでは、空間的な光強度分布がお互いに変化している、請求項 4 に記載のプリズム。

【請求項 7】

請求項 1 に記載のプリズムに外部入射光を与え、該外部入射光とは異なる空間的な光強度分布を有する出射光を得ることを特徴とする光ビームの整形方法。

【請求項 8】

前記プリズムは、前記第 1 の部分と前記第 2 の部分とは、直接にお互いに貼り合わされている、請求項 7 に記載の光ビームの整形方法。

【請求項 9】

請求項 4 に記載のプリズムに外部入射光を与え、該外部入射光とは異なる空間的な光強度分布を有する出射光を得ることを特徴とする光ビームの整形方法。

【請求項 10】

前記プリズムは、前記第 1 の部分と前記第 2 の部分とは、直接にお互いに貼り合わされている、請求項 9 に記載の光ビームの整形方法。

【請求項 11】

光源と、
該光源から出射された光を平行光に変換するコリメートレンズと、

10

20

30

40

50

該コリメートレンズによって変換された該平行光を外部入射光として得て、出射光を供給するプリズムと、
を備えており、

該プリズムへの該外部入射光と該プリズムからの該出射光との間で、空間的な光強度分布を変化させる、光ビーム整形装置であって、

該プリズムが請求項1に記載のプリズムである、光ビーム整形装置。

【請求項12】

光ビーム整形装置を含む光ヘッド装置であって、該光ビーム整形装置が請求項1_1に記載のビーム整形装置である、光ヘッド装置。

【請求項13】

10

光源と、

該光源から出射された光を平行光に変換するコリメートレンズと、

該コリメートレンズによって変換された該平行光を外部入射光として得て、出射光を供給するプリズムと、

を備えており、

該プリズムへの該外部入射光と該プリズムからの該出射光との間で、空間的な光強度分布を変化させる、光ビーム整形装置であって、

該プリズムが請求項4に記載のプリズムである、光ビーム整形装置。

【請求項14】

20

光ビーム整形装置を含む光ヘッド装置であって、該光ビーム整形装置が請求項1_3に記載のビーム整形装置である、光ヘッド装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、光ディスク用光ヘッド等に含まれ得るプリズムとその製造方法、及びそれを使用してレーザ光などの光ビームの空間的光強度分布を（例えば、楕円状分布から円形状分布へ）整形する光ビーム整形装置、並びに上記のような光ビーム整形装置を用いた光ヘッド装置に関する。また、本発明は、光ビームの整形方法に関する。

【0002】

【従来の技術】

30

従来技術による光ビーム整形装置の例として、図1に、特開昭62-187321号公報による光ビーム整形装置の断面を、模式的に示す。なお、以下の説明では、空気の屈折率を $n_0 = 1$ とする。

【0003】

この光ビーム整形装置では、半導体レーザ1から出射されたレーザ光2が、コリメートレンズ3により平行光4に変換され、屈折率 n_1 の硝材で形成されるプリズム5の表面5Aに、入射角 θ_1 （表面5Aの法線5A'に対する入射光4のなす角）で入射する。入射した光は表面5Aで屈折し、法線5A'に対する屈折角 θ_1' 且つ入射光4に対する角 θ_2 （不図示）を有する屈折光4aとなる。

【0004】

40

屈折光4aは、プリズム5の面5Aに対向する面（以下、「裏面」と称する）5Bに入射角 θ_2 （表面5Bの法線5B'に対する光4aのなす角）で入射し、これを反射して反射光4a'となる。なお、反射光4a'が入射光4に対してなす角を θ_2' （不図示）とする。

【0005】

この反射光4a'は、面5Aに入射角 θ_1 （法線5A'に対する光4a'のなす角）で入射し、法線5A'に対する屈折角 θ_1' で屈折して出射光6となる。なお、元の入射光4に対する屈折光6（出射光）のなす角を、方位角 θ_1' （不図示）とする。

【0006】

プリズム5の表面5Aが入射光4に対して θ_1 だけ傾斜しているとすると、

50

$$n_1 = n_2 \cdot \cos \theta_1 \quad (式 1)$$

が成立する。

【0007】

さらに、面5Aでのスネルの法則より、

$$\sin \theta_1 = n_1 \sin \theta_1' \quad (式 2)$$

が成立する。

【0008】

このとき、入射光4は、屈折によって屈折面内において($\cos \theta_1' / \cos \theta_1$)倍に拡大或いは縮小される。また、屈折光4aの方位角 θ_2 は、

$$\theta_2 = -\theta_2' + \theta_1 + \theta_1' \quad (式 3)$$

で与えられる。

【0009】

一方、プリズム5の裏面5Bが入射光4に対して θ_2 だけ傾斜しているとすると、

$$\theta_2 = -\theta_2' + \theta_2 + \theta_2' \quad (式 4)$$

が成立する。

【0010】

さらに、面5Bでの反射の法則より、

$$\theta_2' = -\theta_2 + \theta_2 - \theta_2 \quad (式 5)$$

が成立する。

【0011】

また、反射光4a'の面5Aへの入射角 θ_{21} は、

$$\theta_{21} = -\theta_2 + \theta_1 - \theta_2' \quad (式 6)$$

で与えられる。

【0012】

ここで、面5Aでのスネルの法則より、

$$n_1 \sin \theta_{21} = \sin \theta_{21}' \quad (式 7)$$

が成立する。

【0013】

さらに、このときの屈折によって、光は、屈折面内においてさらに($\cos \theta_{21}' / \cos \theta_{21}$)倍に拡大或いは縮小される。

【0014】

出射光6の方位角 θ_{21}' は、

$$\theta_{21}' = -\theta_2 + \theta_1 - \theta_{21} \quad (式 8)$$

で与えられる。

【0015】

出射光6は、面5Aにおける2回の屈折によって、屈折面内においてm倍に拡大或いは縮小される。但し、mは、以下の式で与えられる。

【0016】

$$m = (\cos \theta_1' / \cos \theta_1) \cdot (\cos \theta_{21}' / \cos \theta_{21}) \quad (式 9)$$

例えば、プリズム5の硝材としてBK7を選び、半導体レーザ1の発振波長を0.64385 μm(このとき、 $n_1 = 1.51425$)に設定し、さらに $\theta_1 = 17.59$ 度及び $\theta_2 = 31.34$ 度とすると、上述の(式1)から(式9)を順次計算することで、 $\theta_{21}' = 89.9963$ 度、及び拡大率 $m = 2.501$ が得られる。すなわち、出射光6は、入射光4に対して、その進行方向がほぼ90度の曲げられるとともに、屈折面内で約2.5倍のビーム拡大が達成されている。

【0017】

一般に、半導体レーザ1から出射される光2に基づいて得られる平行光4は、楕円度が約2.5である楕円状の空間的光強度分布(断面強度分布)を有している。これに対して、上記のプリズム5を用いることで、空間的な光強度分布を短軸方向に拡大させて、円形状の空間的光強度分布(断面強度分布)を有する平行光を得ることができる。

【0018】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、このような従来の光ビーム整形装置は、以下のような問題点を有している。

【0019】

プリズム5の構成材料である硝材は、必ず屈折率の波長依存性（以下、「分散」と称する）を有しており、光の波長が長くなるほど、その光に対する屈折率は小さくなる。例えば、BK7で形成されているプリズム5の場合には、半導体レーザ1の発振波長が0.70652 μm のときには、プリズム5の屈折率 $n_1 = 1.51243$ となる。このとき、出射光6の方位角（出射角）は $\theta_1 = 89.9313$ 度に変化して、上述した半導体レーザ1の発振波長が波長0.64385 μm である場合に比べて、0.065度だけ小さくなる。

【0020】

半導体レーザ1では、一般に出力の大小によって、数nmのオーダの発振波長の変動が、瞬間に発生する。仮に、10nmの発振波長変動が発生すると、BK7で形成されているプリズム5を使用している上述の従来の光ビーム整形装置では、出射光6の方位角 θ_1 は0.0104度だけ変化する。

【0021】

光ディスク用の光ヘッドのように、出射光6を対物レンズで絞って使う場合、対物レンズの焦点距離を3mmとすると、0.0104度の角度変化は0.54 μm のスポット変位として作用する。特に、サブミクロンオーダの大きさの信号ピットを使用してディスク上に記録されている信号を再生することを目的とする光ヘッドの場合には、このような0.54 μm のスポット変位は無視し得ない大きなものであって、致命的な欠点となり得る。

【0022】

本発明は、上記の問題点を解決するためになされたものであって、その目的は、（1）構成材料である硝材の屈折率の波長依存性（分散）の影響をキャンセルすることができるプリズム及びその製造方法を提供すること、（2）上記のプリズムを使用して、光源である半導体レーザの発振波長の変動の影響を受けずに、出射光の角度変化を抑制できる光ビーム整形装置及び光ビームの整形方法を提供すること、並びに、（3）以上のような光ビーム整形装置及び光ビーム整形方法を使用した光ヘッド装置を提供すること、である。

【0023】

【課題を解決するための手段】

本発明のプリズムは、屈折率の波長依存性を有する第1の材料から構成されている第1の部分と、該第1の材料とは異なる屈折率の波長依存性を有する第2の材料から構成されている第2の部分と、が隣接して配置されて構成されているプリズムであって、該第1の部分及び該第2の部分は、該第1の部分における屈折率の波長依存性と該第2の部分における屈折率の波長依存性とが、実質的にお互いに打ち消し合う形状を有していて、そのことによって、上記の目的が達成される。

【0024】

前記第1の部分と前記第2の部分とは、直接にお互いに貼り合わされ得る。

【0025】

前記プリズムは、外部入射光から出射光までの光路において反射箇所を含む反射型プリズムであり得る。その場合には、該反射型プリズムの該光路は、前記第1の部分への該外部入射光の入射面をA面とし、該第1の部分と前記第2の部分との間の接合面をB面とし、該第2の部分の該B面の対面をC面とするときに、該外部入射光は該A面に入射して屈折し、該A面を屈折する光は該B面に入射して屈折し、該B面を屈折する光は該C面に入射して反射し、該C面を反射する光は該B面に再び入射して屈折し、該B面を屈折する光は再び該A面に入射して屈折し、該出射光として外部に供給されるというものである。

【0026】

好ましくは、外部入射光と出射光とでは、空間的な光強度分布がお互いに変化されている。

【0027】

前記第2の材料は、前記第1の材料よりも大きな屈折率の波長依存性を有し得る。その場

10

20

30

40

50

合に、該プリズムによって、外部入射光に対して出射光が空間的に拡大される場合には、前記 A 面への該外部入射光の入射方向に対して該 A 面、前記 B 面、及び前記 C 面の各々の法線がなす角をそれぞれ $/2 - \alpha_1$ 、 $/2 - \alpha_2$ 、及び $/2 - \alpha_3$ とすると、 $\alpha_2 > \alpha_3 > \alpha_1$ なる関係が成立する。一方、該プリズムによって、外部入射光に対して出射光が空間的に縮小される場合には、前記 A 面への該外部入射光の入射方向に対して該 A 面、前記 B 面、及び前記 C 面の各々の法線がなす角をそれぞれ $/2 - \alpha_1$ 、 $/2 - \alpha_2$ 、及び $/2 - \alpha_3$ とすると、 $\alpha_2 < \alpha_3 < \alpha_1$ なる関係が成立する（但し、 α_1 、 α_2 、及び α_3 は、該外部入射光の入射方向に対して該 A 面、該 B 面、及び該 C 面がそれぞれなす角である）。

【 0 0 2 8 】

或いは、前記第 2 の材料は、前記第 1 の材料よりも小さな屈折率の波長依存性を有し得る。その場合に、該プリズムによって、外部入射光に対して出射光が空間的に拡大される場合には、前記 A 面への該外部入射光の入射方向に対して該 A 面、前記 B 面、及び前記 C 面の各々の法線がなす角をそれぞれ $/2 - \alpha_1$ 、 $/2 - \alpha_2$ 、及び $/2 - \alpha_3$ とすると、 $\alpha_3 > \alpha_1 > \alpha_2$ なる関係が成立する。一方、該プリズムによって、外部入射光に対して出射光が空間的に縮小される場合には、前記 A 面への該外部入射光の入射方向に対して該 A 面、前記 B 面、及び前記 C 面の各々の法線がなす角をそれぞれ $/2 - \alpha_1$ 、 $/2 - \alpha_2$ 、及び $/2 - \alpha_3$ とすると、 $\alpha_3 < \alpha_1 < \alpha_2$ なる関係が成立する（但し、 α_1 、 α_2 、及び α_3 は、該外部入射光の入射方向に対して該 A 面、該 B 面、及び該 C 面がそれぞれなす角である）。

【 0 0 2 9 】

本発明の他の局面によれば、光源と、該光源から出射された光を平行光に変換するコリメートレンズと、該コリメートレンズによって変換された該平行光を外部入射光として得て、出射光を供給するプリズムと、を備えており、該プリズムへの該外部入射光と該プリズムからの該出射光との間で空間的な光強度分布を変化させる光ビーム整形装置が提供される。その場合に、該プリズムが上記の特徴を有することによって、前述の目的が達成される。

【 0 0 3 0 】

本発明のさらに他の局面によれば、光ビーム整形装置を含む光ヘッド装置が提供される。その場合に、該光ビーム整形装置が上記の特徴を有することによって、前述の目的が達成される。

【 0 0 3 1 】

本発明のさらに他の局面によれば、屈折率の波長依存性を有する第 1 の材料から構成されている第 1 の部分と、該第 1 の材料とは異なる屈折率の波長依存性を有する第 2 の材料から構成されている第 2 の部分と、が隣接して配置され構成されているプリズムの製造方法が提供される。該方法は、該第 1 及び第 2 の材料の組合せを選択するステップと、該第 1 の材料の屈折率 n_1 及び該第 2 の材料の屈折率 n_2 を座標軸とする座標平面に、光の波長変化に伴う該屈折率 n_1 及び n_2 の変化の様子を示す線分を生成するステップと、該第 1 及び第 2 の部分の形状を決定する第 1 の角度 α_1 、第 2 の角度 α_2 、及び第 3 の角度 α_3 をパラメータとして、該座標平面に、該屈折率 n_1 及び n_2 に対する該プリズムからの出射光の出射角の変化の様子を示す複数の等高線群を生成するステップと、該座標平面における該線分の傾きと所定の出射角における該等高線群の傾きとが実質的に一致する該第 1 の角度 α_1 、該第 2 の角度 α_2 、及び該第 3 の角度 α_3 の組合せを見い出すステップと、該見い出された該角度の組合せにおける入射光に対する該出射光の拡大縮小率を、所定の設定値と比較するステップと、該比較の結果に基づいて、該第 1 の角度 α_1 、該第 2 の角度 α_2 、及び該第 3 の角度 α_3 の組合せの最終選択セットを決定するステップと、該第 1 及び第 2 の部分を、該最終選択セットにおける該第 1 の角度 α_1 、該第 2 の角度 α_2 、及び該第 3 の角度 α_3 の値に基づいて決定される各々の形状に加工するステップと、該加工された該第 1 及び第 2 の部分をお互いに隣接して配置するステップと、を包含しており、そのことによって、前述の目的が達成される。

10

20

30

40

50

【0032】

前記配置ステップでは、前記第1及び第2の部分を直接にお互いに貼りあわせ得る。

【0033】

本発明のさらに他の局面によれば、プリズムに外部入射光を与え、該外部入射光とは異なる空間的な光強度分布を有する出射光を得る光ビームの整形方法が提供される。該整形方法において、屈折率の波長依存性を有する第1の材料から構成されている第1の部分と、該第1の材料とは異なる屈折率の波長依存性を有する第2の材料から構成されている第2の部分と、が隣接して配置され構成されていて、該第1の部分及び該第2の部分は、該第1の部分における屈折率の波長依存性と該第2の部分における屈折率の波長依存性とが実質的にお互いに打ち消し合う形状を有しているプリズムに、該外部入射光を入射させて、所望の空間的光強度分布を有する該出射光を得ており、そのことによって、前述の目的が達成される。

10

【0034】

前記プリズムとしては、前記第1及び第2の部分が直接にお互いに貼りあわされているプリズムを使用し得る。

【0035】

上記により、本発明によれば、プリズムを構成する第1及び第2の部分のうちで、第1の部分の屈折率の波長依存性（分散）によって発生する出射光の角度変化が、第2の部分の屈折率の波長依存性（分散）によって打ち消される結果、全体としては、光源の発振波長の変動による出射光の方位角（出射角）の変化が発生しない。従って、本発明のプリズムから出射する光ビーム（出射光ビーム）を対物レンズで絞っても、光源である半導体レーザの発振波長の変動に起因するビームスポットの変位は、発生しない。

20

【0036】

【発明の実施の形態】

以下に、本発明のある実施形態を図2から図5に基づいて説明する。

【0037】

図2は、本発明のある実施形態における光ビーム整形装置の断面構成を模式的に示す図である。但し、図2の構成は、図1に示した従来技術による構成に対して、プリズム15の構造が変わっている点を除いて他の構成は同じであり、図1に示されていた光源系（例えば半導体レーザ1やコリメートレンズ3）は、図2では省略している。なお、図2においても、空気の屈折率を $n_0 = 1$ としている。

30

【0038】

本発明と従来例との相違点は、図2におけるプリズム15が、分散の大きさが互いに異なる第1のプリズム部分5aと第2のプリズム部分5bとを隣接して配置することによって（好ましくは、お互いに直接に貼り合わせて）、構成されている複合プリズム15になっている点である。

【0039】

図2の光ビーム整形装置では、半導体レーザから出射されたレーザ光が、コリメートレンズにより平行光4に変換され、屈折率 n_1 の硝材で形成されるプリズム15の表面5Aに、入射角 θ_1 （表面5Aの法線5A'に対する入射光4のなす角）で入射する。入射した光は表面5Aで屈折し、法線5A'に対する屈折角 θ_1' 且つ入射光4に対する角 θ_2 （不図示）を有する屈折光4aとなる。

40

【0040】

屈折光4aは、第1のプリズム部分5aと第2のプリズム部分5bとの接合面5Bに、入射角 θ_2 （表面5Bの法線5B'に対する光4aのなす角）で入射する。入射した光は表面5Bで屈折し、法線5B'に対する屈折角 θ_2' 且つ入射光4に対する角 θ_3 （不図示）を有する屈折光4bとなる。屈折光4bは、第2のプリズム部分5bの裏面5Cに入射角 θ_3 （表面5Cの法線5C'に対する光4bのなす角）で入射し、これを反射して反射光4b'となる。なお、反射光4b'が入射光4に対してなす角を θ_3' （不図示）とする。

【0041】

50

この反射光 $4 b'$ は、面 $5 B$ に入射角 $_{32}$ (法線 $5 B'$ に対する光 $4 b'$ のなす角)で入射し、法線 $5 B'$ に対する屈折角 $_{32}'$ で屈折して屈折光 $4 a'$ となる。なお、元の入射光 4 に対する屈折光 $4 a'$ のなす角を、 $_{32}''$ (不図示) とする。この屈折光 $4 a'$ は、面 $5 A$ に入射角 $_{321}$ (法線 $5 A'$ に対する光 $4 a'$ のなす角)で入射し、法線 $5 A'$ に対する屈折角 $_{321}'$ で屈折して出射光 6 となる。なお、元の入射光 4 に対する屈折光 6 (出射光) のなす角を、方位角 $_{321}'$ (不図示) とする。

【0042】

第1のプリズム部分 $5 a$ の表面 $5 A$ が入射光 4 に対して $_{1}$ だけ傾斜しているとすると、前述の(式1)が成立する。さらに、面 $5 A$ でのスネルの法則より、(式2)が成立する。このとき、入射光 4 は、屈折によって屈折面内において (\cos_{1}' / \cos_{1}) 倍に拡大或いは縮小される。また、屈折光 $4 a'$ の方位角 $_{2}$ は、(式3)で与えられる。一方、第1のプリズム部分 $5 a$ の裏面(接合面) $5 B$ が入射光 4 に対して $_{2}$ だけ傾斜しているとすると、(式4)が成立する。

【0043】

さらに、面 $5 B$ でのスネルの法則より、

$$n_1 \sin_{2} = n_2 \sin_{2}', \quad (式10)$$

が成立する。

【0044】

このときの屈折によって、光は、屈折面内において (\cos_{2}' / \cos_{2}) 倍に拡大或いは縮小される。また、屈折光 $4 b'$ の方位角 $_{3}$ は、

$$_{3} = - / 2 + _{2} + _{2}', \quad (式11)$$

で与えられる。

【0045】

一方、第2のプリズム部分 $5 b$ の裏面 $5 C$ が入射光 4 に対して $_{3}$ だけ傾斜しているとすると、

$$_{3} = / 2 - _{3} + _{3} \quad (式12)$$

が成立する。

【0046】

さらに、面 $5 C$ での反射の法則より、

$$_{3}' = / 2 + _{3} - _{3} \quad (式13)$$

が成立する。

【0047】

また、反射光 $4 b'$ の面 $5 B$ への入射角 $_{32}$ は、

$$_{32} = / 2 + _{2} - _{3}' \quad (式14)$$

で与えられる。

【0048】

ここで、面 $5 B$ でのスネルの法則より、

$$n_2 \sin_{32} = n_1 \sin_{32}', \quad (式15)$$

が成立する。

【0049】

さらに、このときの屈折によって、光は、屈折面内においてさらに (\cos_{32}' / \cos_{32}) 倍に拡大或いは縮小される。また、屈折光 $4 a'$ の方位角 $_{32}'$ は、

$$_{32}' = / 2 + _{2} - _{32}' \quad (式16)$$

で与えられる。

【0050】

さらに、屈折光 $4 a'$ の面 $5 A$ への入射角 $_{321}$ は、

$$_{321} = / 2 + _{1} - _{32}' \quad (式17)$$

で与えられる。

【0051】

ここで、面 $5 A$ でのスネルの法則より、

10

20

30

40

50

$$n_1 \sin_{321} = \sin_{321} \quad (式 18)$$

が成立する。

【0052】

さらに、このときの屈折によって、光は、屈折面内においてさらに(\cos_{321}' / \cos_{321})倍に拡大或いは縮小される。

【0053】

出射光6の方位角 $_{321}'$ は、

$$_{321}' = _1 + _1 - _{321} \quad (式 19)$$

で与えられる。

【0054】

出射光6は、面5A及び面5Bの各々において2回ずつ、計4回の屈折によって、屈折面内においてm倍に拡大或いは縮小される。但し、mは、以下の式で与えられる。

【0055】

$$m = (\cos_{1'} / \cos_1) \cdot (\cos_{2'} / \cos_2) \cdot (\cos_{32}' / \cos_{32}) \cdot (\cos_{321}' / \cos_{321}) \quad (式 20)$$

以上の(式1)~(式20)を順次計算することで、複合プリズム15を構成する各プリズム部分5a及び5bの形状を決定する各々の角度 $_{1}$ 、 $_{2}$ 、及び $_{3}$ 、並びに、各プリズム部分5a及び5bの屈折率 n_1 及び n_2 をパラメータにして、出射光6の方位角 $_{321}'$ とその拡大(縮小)率mとが求められる。

【0056】

図3は、 $_{1} = 18.0$ 度、 $_{2} = 25.0$ 度、及び $_{3} = 33.0$ 度の場合の出射角 $_{321}'$ の値を、屈折率 n_1 及び n_2 に対して等高線化して示している。例えば、図3において「100」と示されている直線は、出射角 $_{321}' = 100$ 度が得られる屈折率 n_1 及び n_2 の値の組合せを示す直線(等高線)である。

【0057】

図3においては、各々の等高線は、負の勾配を持った直線状になっている。

【0058】

一般に、光の波長がdだけ長くなると、各プリズム部分5a及び5bを構成する硝材の屈折率は、係数 k_1 及び k_2 を使用して、それぞれ n_1 及び n_2 から($n_1 - k_1 \cdot d$)及び($n_2 - k_2 \cdot d$)に変化する。この変化を図3においてやや誇張して表すと、始点を点P(n_1, n_2)、終点を点Q($n_1 - k_1 \cdot d, n_2 - k_2 \cdot d$)とする線分上の動きになる。

【0059】

例えば、図3に示される例では、点Pにおける出射角は $_{321}' = 101$ 度であり、一方、点Qにおける出射角は、 $_{321}' = 100$ 度となる。これより、波長の変化dに伴って各プリズム部分5a及び5bを構成する硝材の屈折率 n_1 及び n_2 が変化することによって、出射角 $_{321}'$ が1度だけ変化することを示している。

【0060】

どのような硝材でも、上記の係数 k_1 及び k_2 が共に正の値となることから、線分PQは、必ず正の勾配 k_2 / k_1 を有する。ここで、この勾配 k_2 / k_1 は、入射光の波長の変化に応じて出射角 $_{321}'$ がどのように変化するかを示すことになる。

【0061】

例えば、第1のプリズム部分5aを構成する硝材としてBK7を選択し、第2のプリズム部分5bを構成する硝材としてSF6を選ぶと、波長0.64385μmのときに、第1のプリズム部分5aの屈折率が $n_1 = 1.51425$ 、及び第2のプリズム部分5bの屈折率が $n_2 = 1.79750$ となり、波長0.70652μmのときには、第1のプリズム部分5aの屈折率が $n_1 = 1.51243$ 、及び第2のプリズム部分5bの屈折率が $n_2 = 1.79118$ となり、これより $k_2 / k_1 = 3.47$ となる。反対に、第1のプリズム部分5aを構成する硝材としてSF6を選択し、第2のプリズム部分5bを構成する硝材としてBK7を選択すると、 $k_2 / k_1 = 0.288$ となる。

【0062】

プリズム15の設計にあたっては、光の波長の変化に伴って各プリズム部分5a及び5bを構成する各々の硝材の屈折率 n_1 及び n_2 が変化しても、全体としてその変化の影響が打ち消されて、最終的な出射光6の方位角 θ_{321} の値に変化が生じないことが望ましい。これを、図3に示されるような等高線図で考えれば、光の波長の変化に伴う各プリズム部分5a及び5bを構成する各々の硝材の屈折率 n_1 及び n_2 の変化を示す線分PQの傾きが、各等高線の傾きと一致する（お互いに平行になる）ことを意味する。そこで、本発明では、複合プリズム15を構成する各プリズム部分5a及び5bの形状を決定する各々の角度 α_1 、 α_2 、及び α_3 を適切に設定することによって、上記のように線分PQの傾きと一致する傾きを有する等高線図を得る。

10

【0063】

図4は、 $\alpha_1 = 18.0$ 度、 $\alpha_2 = 39.0$ 度、及び $\alpha_3 = 33.0$ 度の場合の出射角 θ_{321} の値を、屈折率 n_1 及び n_2 に対して等高線化して示している。図3の場合と同様に、図4で「100」と示されている直線は、出射角 $\theta_{321} = 100$ 度が得られる屈折率 n_1 及び n_2 の値の組合せを示す直線（等高線）である。

【0064】

図4における各等高線は、ほぼ3.6の勾配を持った直線群を描いている。

【0065】

このとき、第1のプリズム部分5aを構成する硝材としてBK7を選択し、第2のプリズム部分5bを構成する硝材としてSF6を選択すれば、波長0.64385μmのときの出射角は $\theta_{321} = 90.2330$ 度となり、一方、波長0.70652μmのときの出射角は $\theta_{321} = 90.227$ 度となる。また、拡大率としては $m = 2.35$ 倍が得られる。これより、十分なビーム拡大率mを維持しながら、波長変化に伴う出射角の変化が極めて小さい（具体的には、従来例の1/12であるような）プリズム15が得られている。

20

【0066】

一方、図5は、 $\alpha_1 = 18.0$ 度、 $\alpha_2 = 12.0$ 度、及び $\alpha_3 = 33.0$ 度の場合の出射角 θ_{321} の値を、屈折率 n_1 及び n_2 に対して等高線化して示している。図3の場合と同様に、図5で「100」と示されている直線は、出射角 $\theta_{321} = 100$ 度が得られる屈折率 n_1 及び n_2 の値の組合せを示す直線（等高線）である。

【0067】

30

図5における各等高線は、ほぼ0.29の勾配を持った直線群を描いている。

【0068】

このとき、第1のプリズム部分5aを構成する硝材としてSF6を選択し、第2のプリズム部分5bを構成する硝材としてBK7を選択すれば、波長0.64385μmのときの出射角は $\theta_{321} = 89.6084$ 度となり、一方、波長0.70652μmのときの出射角は $\theta_{321} = 89.609$ 8度となる。また、拡大率としては $m = 2.30$ 倍が得られる。これにより、十分なビーム拡大率mを維持しながら、波長変化に伴う出射角の変化が極めて小さい（具体的には、従来例の1/46であるような）プリズム15が得られている。

【0069】

以上に示した図4及び図5の各々において、出射光6は、入射光4に対して、その進行方向がほぼ90度だけ曲げられるとともに、屈折面内で約2.5倍のビーム拡大が達成されている。これより、本発明のプリズム15を用いることで、プリズム15を構成する硝材の屈折率の波長依存性（分散）の影響が打ち消されるとともに、半導体レーザの楕円状の空間的な光強度分布（断面強度分布）が短軸方向に拡大されて、円形状の空間的光強度分布（断面強度分布）を有する平行光を得ることができる。

40

【0070】

ここで、各プリズム部分5a及び5bを構成している硝材の屈折率 n_1 及び n_2 の組合せに対して、図4或いは図5に示すような所望の等高線図をもたらす角度 α_1 、 α_2 、及び α_3 の組合せの決定方法（すなわち、図4或いは図5に示すような所望の設計例を得るための設計指針）は、以下のようにまとめられる。

50

【0071】

(1) 光の波長変化に伴う屈折率変化を示す式における前述の係数 k_1 及び k_2 に関して、その比 k_2 / k_1 がある範囲、例えば 3 以上或いは 1 / 3 以下になる硝材の組合せを列挙する。さらに、硝材の加工性や耐環境特性などの特性を選定基準として、列挙された硝材の組合せの中から好ましい組合せを絞り込む。

【0072】

(2) 絞り込まれた組合せの中から一組を選択し（例えば、上記で説明した実施形態では、SF6 と BK7 との組合せを選択している）、それぞれの硝材の屈折率 n_1 及び n_2 を縦軸及び横軸とする座標平面の上に、先に説明した点 P (n_1, n_2) 及び点 Q ($n_1 - k_1 \cdot d, n_2 - k_2 \cdot d$) を結ぶ線分 PQ を描く。

10

【0073】

(3) 各プリズム部分 5a 及び 5b の形状を決定することになる各々の角度 α_1, α_2 及び α_3 の組合せをパラメータとして、出射光の方位角（出射角） α_{321}' の値を、選択された一組の硝材の各々の屈折率 n_1 及び n_2 の組合せに対して等高線化して描いた図 3～図 5 のようなグラフ（等高線図）を描く。具体的には、角度 α_1, α_2 及び α_3 の値の組合せを様々に変化させて、それぞれについて等高線図を描く。

【0074】

(4) 描かれたそれぞれの等高線図において、所望の出射光の方位角（出射角） α_{321}' （例えば $\alpha_{321}' = 90$ 度）における等高線の傾きが、先に描いた線分 PQ の傾きにほぼ一致するかどうかを確認する。

20

【0075】

(5) 上記(4)の条件を満たす角度 α_1, α_2 及び α_3 の値の組合せが見い出されれば、その条件において得られるレーザビームの拡大率 m の値として、所望の設計値（例えば $m = 2.5$ ）に近い値が得られるかどうかを確認する。

【0076】

(6) 上記(5)の条件が満たされるまで、上記の(3)～(5)を繰り返す。

【0077】

図 4 及び図 5 の例から分かるように、 k_2 / k_1 の大きさの勾配を持つ等高線図を得るために必要条件として、第 2 のプリズム部分 5b が第 1 のプリズム部分 5a より分散の大きい硝材からなる場合には、 $\alpha_2 > \alpha_3 > \alpha_1$ なる関係を満たすように各角度の値を設定して、各プリズム部分 5a 及び 5b の形状を決定する。一方、第 2 のプリズム部分 5b が第 1 のプリズム部分 5a より分散の小さい硝材からなる場合には、 $\alpha_3 > \alpha_1 > \alpha_2$ なる関係を満たすように各角度の値を設定して、各プリズム部分 5a 及び 5b の形状を決定する。

30

【0078】

なお、光の進行方向を図 2 の場合とは逆にする場合、すなわち、図 2 に描く出射光 6 の側から光をプリズム 15 に入射させて入射光 4 の側から光を取り出す場合（すなわちビームを縮小する場合）には、 α_1, α_2 及び α_3 を、それぞれ $\alpha_1 / 2 - \alpha_1, \alpha_2 / 2 - \alpha_2$ 及び $\alpha_3 / 2 - \alpha_3$ に置き換えて考えればよい。この場合には、上記で説明したような所望の k_2 / k_1 の大きさの勾配を持つ好ましい等高線図を得るために必要条件として、第 2 のプリズム部分 5b が第 1 のプリズム部分 5a より分散の大きい硝材からなる場合には、 $\alpha_2 < \alpha_3 < \alpha_1$ なる関係を満たすように各角度の値を設定して、各プリズム部分 5a 及び 5b の形状を決定する。一方、第 2 のプリズム部分 5b が第 1 のプリズム部分 5a より分散の小さい硝材からなる場合には、 $\alpha_3 < \alpha_1 < \alpha_2$ なる関係を満たすように各角度の値を設定して、各プリズム部分 5a 及び 5b の形状を決定する。

40

【0079】

上記の説明では、各プリズム部分 5a 及び 5b が直接に貼り合わされた構成になっているが、両者の間の接合面 5B に隙間があったり何らかの他の材料層が存在していても、その部分の光学的影響が無視し得る限りは、上記で説明したものと同等の効果が得られる。

【0080】

【発明の効果】

50

以上のように、本発明によれば、複合プリズムを構成する第1の部分の構成材料（硝材）の屈折率の波長依存性（分散）によって発生する出射光の角度変化が、第2の部分の構成材料の屈折率の波長依存性（分散）によって打ち消されるプリズムが実現される。このプリズムを使用することによって、光源である半導体レーザの発振波長が変動しても、その影響を受けずに、出射光の出射角度の変化が抑制された光ビーム整形装置が提供される。

【0081】

さらに、この光ビーム整形装置から出射する光ビームを対物レンズで絞っても、波長変動によるビームスポットの変位がなく、高性能の光ヘッド装置やそれを用いた光ディスク装置が提供される。

【図面の簡単な説明】

10

【図1】従来技術における光ビーム整形装置の一例の構成を模式的に示す断面図である。

【図2】本発明のある実施形態における光ビーム整形装置の構成を模式的に示す断面図である。

【図3】本発明のある条件における出射角 θ_{321} の屈折率 n_1 及び n_2 に対する等高線図である。

【図4】本発明の他の条件における出射角 θ_{321} の屈折率 n_1 及び n_2 に対する等高線図である。

【図5】本発明のさらに他の条件における出射角 θ_{321} の屈折率 n_1 及び n_2 に対する等高線図である。

【符号の説明】

20

1 半導体レーザ

2 コリメートレンズ

4 入射平行光

4a、4b 屈折光

4a'、4b' 反射側屈折光

5 プリズム

5a 第1のプリズム部分

5b 第2のプリズム部分

5A プリズム表面

5B プリズム接合面

5C プリズム裏面

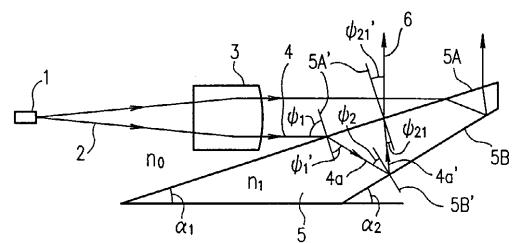
5A'、5B'、5C' 各プリズム表面の法線

6 出射平行光

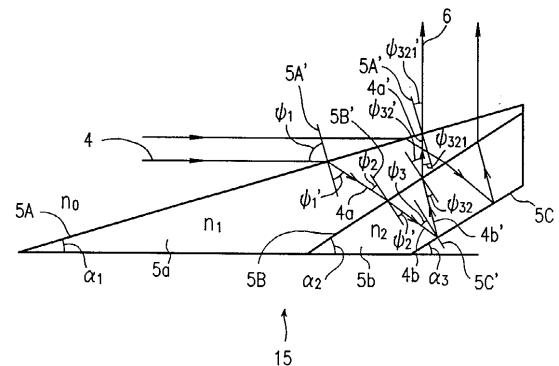
15 プリズム（複合プリズム）

30

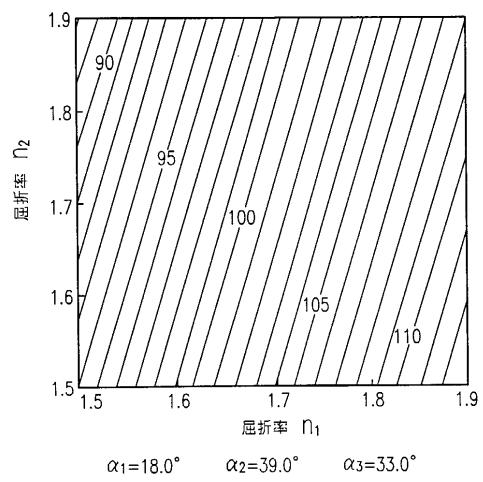
【図1】



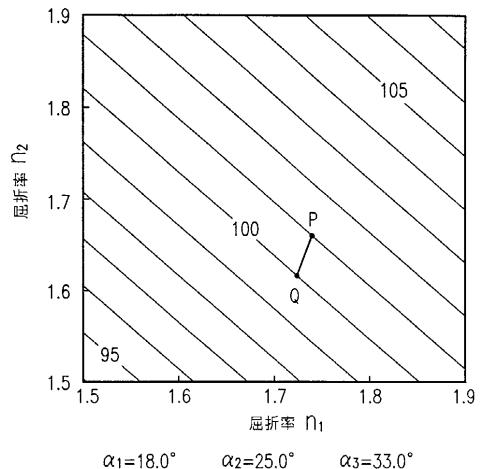
【 図 2 】



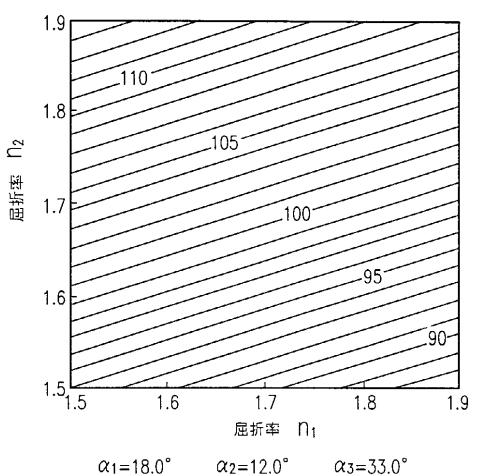
【 図 4 】



【 図 3 】



【 図 5 】



フロントページの続き

(56)参考文献 特開平2-187935(JP, A)
実開昭62-46401(JP, U)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)
G02B 5/04