

【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7部門第2区分
 【発行日】平成17年6月23日(2005.6.23)

【公開番号】特開2002-374039(P2002-374039A)
 【公開日】平成14年12月26日(2002.12.26)
 【出願番号】特願2002-50548(P2002-50548)
 【国際特許分類第7版】

H 0 1 S 5/183
 B 4 1 J 2/44
 G 0 2 B 6/00
 G 0 2 B 6/42
 H 0 1 S 5/343
 H 0 4 B 10/02
 H 0 4 B 10/28

【F I】

H 0 1 S 5/183
 G 0 2 B 6/00 3 3 6
 G 0 2 B 6/42
 H 0 1 S 5/343
 H 0 1 S 5/343 6 1 0
 H 0 4 B 9/00 W
 B 4 1 J 3/00 D

【手続補正書】
 【提出日】平成16年10月7日(2004.10.7)
 【手続補正1】
 【補正対象書類名】明細書
 【補正対象項目名】特許請求の範囲
 【補正方法】変更
 【補正の内容】
 【特許請求の範囲】
 【請求項1】

活性層と、該活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡よりなる共振器構造とを備えた面発光レーザダイオード素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1\mu\text{m}$ 以上で屈折率が小さい第1の材料層と屈折率が大きい第2の材料層とを周期的に繰り返した半導体分布ブラッグ反射鏡よりなり、前記第1の材料層と前記第2の材料層との間には、屈折率が前記第1の材料層と前記第2の材料層の間の値を有するヘテロスパイク緩衝層を、 5nm 以上で前記半導体分布ブラッグ反射鏡の設計反射波長を $[\mu\text{m}]$ として、 $(50 - 15)[\text{nm}]$ 以下の厚さであって、前記半導体分布ブラッグ反射鏡の反射率変化が急激に大きくなる範囲とした構成を有し、発光光源を構成する面発光レーザダイオード素子と、前記発光光源に一端を光学的にカップリングされた光ファイバ伝送路と、前記光ファイバ伝送路の他端に光学的にカップリングさせた受光ユニットとを備え、前記発光光源を設置した場所Aと前記受光ユニットを設置した場所Bとの間において、前記光ファイバ伝送路の方向変換を、前記光ファイバ伝送路そのものを、局所的な角度が形成されないように屈曲させることを行うことを特徴とする光送受信システム。

【請求項2】

前記活性層は、主たる元素がGa, In, N, Asからなる層、もしくはGa, In, Asよりなる層よりなり、 $1.1 \sim 1.7\mu\text{m}$ の波長の光を発生することを特徴とする請求項1記載の光送受信システム。

【請求項3】

前記第1の材料層は $Al_xGa_{1-x}As$ ($0 < x < 1$) で表される組成を有し、前記第2の材料層は $Al_yGa_{1-y}As$ ($0 < y < x < 1$) で表される組成を有し、前記ヘテロスパイク緩衝層は、 $Al_zGa_{1-z}As$ ($0 < z < x < 1$) で表される組成を有することを特徴とする請求項1または2記載の光送受信システム。

【請求項4】

レーザチップと該レーザチップと接続される光送受信システムにおいて、前記レーザチップは発振波長が $1.1 \mu m \sim 1.7 \mu m$ であり、光を発生する活性層を、主たる元素が Ga、In、N、As からなる層とし、レーザ光を得るために前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡を含んだ共振器構造を有する面発光型半導体レーザ素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu m$ 以上で該反射鏡を構成する材料層の屈折率が小大と異なる値に周期的に変化し入射光を光波干渉によって反射する半導体分布ブラッグ反射鏡であるとともに、前記屈折率が小の材料層は $Al_xGa_{1-x}As$ ($0 < x < 1$) とし、前記屈折率が大の材料層は $Al_yGa_{1-y}As$ ($0 < y < x < 1$) とした反射鏡であり、前記活性層と前記反射鏡の間に主たる組成が $Ga_xIn_{1-x}PyAs_{1-y}$ ($0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$) 層よりなる非発光再結合防止層を設けてなる面発光型半導体レーザ素子チップであり、該面発光型半導体レーザ素子チップを発光光源とし、該発光光源に一端を光学的にカップリングされた光ファイバ伝送路と、前記光ファイバ伝送路の他端に光学的にカップリングさせた受光ユニットとを備え、前記発光光源を設置した場所Aと前記受光ユニットを設置した場所Bとの間において、前記光ファイバ伝送路の方向変換を、前記光ファイバ伝送路そのものを、局所的な角度が形成されないように屈曲させることを行うことを特徴とする光送受信システム。

【請求項5】

活性層と、該活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡よりなる共振器構造とを備えた面発光レーザダイオード素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu m$ 以上で屈折率が小さい第1の材料層と屈折率大きい第2の材料層とを周期的に繰り返した半導体分布ブラッグ反射鏡よりなり、前記第1の材料層と前記第2の材料層との間には、屈折率が前記第1の材料層と前記第2の材料層の間の値を有するヘテロスパイク緩衝層を、 $5 nm$ 以上で前記半導体分布ブラッグ反射鏡の設計反射波長を $[\mu m]$ として、 $(50 - 15)$ $[nm]$ 以下の厚さであって、前記半導体分布ブラッグ反射鏡の反射率変化が急激に大きくなる範囲とした構成を有し、発光光源を構成する面発光レーザダイオード素子と、前記発光光源に一端を光学的にカップリングされた光ファイバ伝送路と、前記光ファイバ伝送路の他端に光学的にカップリングさせた受光ユニットとを備え、前記発光光源を設けた建物内のA地点と前記受光ユニットを設けた建物内のB地点との間に反射部材を設け、前記光ファイバ伝送路の方向変換を、前記反射部材で行うことを特徴とする光送受信システム。

【請求項6】

前記活性層は、主たる元素が Ga、In、N、As からなる層、もしくは Ga、In、As よりなる層よりなり、 $1.1 \sim 1.7 \mu m$ の波長の光を発生することを特徴とする請求項5記載の光送受信システム。

【請求項7】

前記第1の材料層は $Al_xGa_{1-x}As$ ($0 < x < 1$) で表される組成を有し、前記第2の材料層は $Al_yGa_{1-y}As$ ($0 < y < x < 1$) で表される組成を有し、前記ヘテロスパイク緩衝層は、 $Al_zGa_{1-z}As$ ($0 < z < x < 1$) で表される組成を有することを特徴とする請求項5または6記載の光送受信システム。

【請求項8】

レーザチップと該レーザチップと接続される光送受信システムにおいて、前記レーザチップは発振波長が $1.1 \mu m \sim 1.7 \mu m$ であり、光を発生する活性層を、主たる元素が Ga、In、N、As からなる層とし、レーザ光を得るために前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡を含んだ共振器構造を有する面発光型半導体レーザ素子チップであっ

て、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu\text{m}$ 以上で該反射鏡を構成する材料層の屈折率が小大と異なる値に周期的に変化し入射光を光波干渉によって反射する半導体分布ブラッグ反射鏡であるとともに、前記屈折率が小の材料層は $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ($0 < x < 1$) とし、前記屈折率が大の材料層は $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ ($0 < y < 1$) とした反射鏡であり、前記活性層と前記反射鏡の間に主たる組成が $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{PyAs}_{1-y}$ ($0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$) 層よりなる非発光再結合防止層を設けてなる面発光型半導体レーザ素子チップであり、該面発光型半導体レーザ素子チップを発光光源とし、該発光光源に一端を光学的にカップリングされた光ファイバ伝送路と、前記光ファイバ伝送路の他端に光学的にカップリングさせた受光ユニットとを備え、前記発光光源を設けた建物内の A 地点と前記受光ユニットを設けた建物内の B 地点との間に反射部材を設け、前記光ファイバ伝送路の方向変換を、前記反射部材で行うことを特徴とする光送受信システム。

【請求項 9】

装置内部における通信を行う光送受信システムであって、装置と、前記装置内に設けられ、光信号を形成するレーザ発光光源と、前記装置内に設けられ、前記光信号を受光する受光ユニットと、前記レーザ発光光源および受光ユニットのそれぞれの発光素子部および受光素子部をカバーするカバー部材とを備え、前記レーザ発光光源は、活性層と、前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡よりなる共振器構造とを備えた面発光レーザダイオード素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu\text{m}$ 以上で屈折率が小さい第 1 の材料層と屈折率が高い第 2 の材料層とを周期的に繰り返した半導体分布ブラッグ反射鏡よりなり、前記第 1 の材料層と前記第 2 の材料層との間には、屈折率が前記第 1 の材料層と前記第 2 の材料層の間の値を有するヘテロスパイク緩衝層を、 5nm 以上で前記半導体分布ブラッグ反射鏡の設計反射波長を $[\mu\text{m}]$ として、 $(50 - 15) [\text{nm}]$ 以下の厚さであって、前記半導体分布ブラッグ反射鏡の反射率変化が急激に大きくなり範囲とした構成を有し、発光光源を構成する面発光レーザダイオード素子よりなることを特徴とする光送受信システム。

【請求項 10】

前記活性層は、主たる元素が Ga 、 In 、 N 、 As からなる層、もしくは Ga 、 In 、 As よりなる層よりなり、 $1.1 \sim 1.7 \mu\text{m}$ の波長の光を発生することを特徴とする請求項 9 記載の光送受信システム。

【請求項 11】

前記第 1 の材料層は $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ($0 < x < 1$) で表される組成を有し、前記第 2 の材料層は $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ ($0 < y < 1$) で表される組成を有し、前記ヘテロスパイク緩衝層は、 $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{As}$ ($0 < z < 1$) で表される組成を有することを特徴とする請求項 9 または 10 記載の光送受信システム。

【請求項 12】

前記装置は、電子写真原理を用いた記録装置であることを特徴とする請求項 9 ~ 11 のうち、いずれか一項記載の光送受信システム。

【請求項 13】

装置内部における通信を行う光送受信システムであって、装置と、前記装置内に設けられ、光信号を形成するレーザ発光光源と、前記装置内に設けられ、前記光信号を受光する受光ユニットと、前記レーザ発光光源および受光ユニットのそれぞれの発光素子部および受光素子部をカバーするカバー部材とを備え、前記レーザ発光光源は、面発光型半導体レーザ素子チップであるとともに、レーザの発振波長が $1.1 \mu\text{m} \sim 1.7 \mu\text{m}$ であり、光を発生する活性層を、主たる元素が Ga 、 In 、 N 、 As からなる層とし、レーザ光を得るために前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡を含んだ共振器構造を有する面発光型半導体レーザ素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu\text{m}$ 以上で該反射鏡を構成する材料層の屈折率が小大と異なる値に周期的に変化し入射光を光波干渉によって反射する半導体分布ブラッグ反射鏡であるとともに、前記屈折率が小の材料層は $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ($0 < x < 1$) とし、前記屈折率が大の材料層は $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ ($0 < y < 1$) とした反射鏡であり、前記活性層と前記反射鏡の間に主たる組成が Ga

$x \text{In}1 - x \text{PyAs}1 - y$ ($0 < x < 1$, $0 < y < 1$) 層よりなる非発光再結合防止層を設けてなる面発光型半導体レーザ素子チップであることを特徴とする光送受信システム

【請求項 14】

レーザ素子と、該レーザ素子に結合され、前記レーザ素子で形成されたレーザビームを受光する第 1 の光ファイバと、前記第 1 の光ファイバに結合され、前記第 1 の光ファイバ中の光信号を伝送する第 2 の光ファイバと、前記第 2 の光ファイバに結合され、前記第 2 の光ファイバ中の光を受光する第 3 の光ファイバと、前記第 3 の光ファイバに結合され、前記第 3 の光ファイバ中の光を受光する受光素子とよりなる光送受信システムにおいて、前記レーザ素子は、活性層と、前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡よりなる共振器構造とを備えた面発光レーザダイオード素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu\text{m}$ 以上で屈折率が小さい第 1 の材料層と屈折率が大きい第 2 の材料層とを周期的に繰り返した半導体分布ブラッグ反射鏡よりなり、前記第 1 の材料層と前記第 2 の材料層との間には、屈折率が前記第 1 の材料層と前記第 2 の材料層の間の値を有するヘテロスパイク緩衝層を、 5nm 以上で前記半導体分布ブラッグ反射鏡の設計反射波長を $[\mu\text{m}]$ として、 $(50 - 15)$ $[\text{nm}]$ 以下の厚さであって、前記半導体分布ブラッグ反射鏡の反射率変化が急激に大きくなる範囲とした構成を有し、発光光源を構成する面発光レーザダイオード素子よりなることを特徴とする光送受信システム。

【請求項 15】

前記活性層は、主たる元素が Ga , In , N , As からなる層、もしくは Ga , In , As よりなる層よりなり、 $1.1 \sim 1.7 \mu\text{m}$ の波長の光を発生することを特徴とする請求項 14 記載の光送受信システム。

【請求項 16】

前記第 1 の材料層は $\text{Al}_x \text{Ga}_{1-x} \text{As}$ ($0 < x < 1$) で表される組成を有し、前記第 2 の材料層は $\text{Al}_y \text{Ga}_{1-y} \text{As}$ ($0 < y < 1$) で表される組成を有し、前記ヘテロスパイク緩衝層は、 $\text{Al}_z \text{Ga}_{1-z} \text{As}$ ($0 < z < 1$) で表される組成を有することを特徴とする請求項 14 または 15 記載の光送受信システム。

【請求項 17】

レーザ素子と、該レーザ素子に結合され、前記レーザ素子で形成されたレーザビームを受光する第 1 の光ファイバと、前記第 1 の光ファイバに結合され、前記第 1 の光ファイバ中の光信号を伝送する第 2 の光ファイバと、前記第 2 の光ファイバに結合され、前記第 2 の光ファイバ中の光を受光する第 3 の光ファイバと、前記第 3 の光ファイバに結合され、前記第 3 の光ファイバ中の光を受光する受光素子とよりなる光送受信システムにおいて、前記レーザ素子は、発振波長が $1.1 \mu\text{m} \sim 1.7 \mu\text{m}$ であり、光を発生する活性層を、主たる元素が Ga , In , N , As からなる層とし、レーザ光を得るために前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡を含んだ共振器構造を有する面発光型半導体レーザ素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu\text{m}$ 以上で該反射鏡を構成する材料層の屈折率が小大と異なる値に周期的に変化し入射光を光波干渉によって反射する半導体分布ブラッグ反射鏡であるとともに、前記屈折率が小の材料層は $\text{Al}_x \text{Ga}_{1-x} \text{As}$ ($0 < x < 1$) とし、前記屈折率が大の材料層は $\text{Al}_y \text{Ga}_{1-y} \text{As}$ ($0 < y < 1$) とした反射鏡であり、前記活性層と前記反射鏡の間に主たる組成が $\text{Ga}_x \text{In}_{1-x} \text{PyAs}1 - y$ ($0 < x < 1$, $0 < y < 1$) 層よりなる非発光再結合防止層を設けてなる面発光型半導体レーザ素子チップであることを特徴とする光送受信システム。

【請求項 18】

レーザ素子と、該レーザ素子に結合され、前記レーザ素子で形成されたレーザビームを受光する第 1 の光ファイバと、前記第 1 の光ファイバに結合され、前記第 1 の光ファイバ中の光信号を伝送する第 2 の光ファイバと、前記第 2 の光ファイバに結合され、前記第 2 の光ファイバ中の光を受光する第 3 の光ファイバと、前記第 3 の光ファイバに結合され、前記第 3 の光ファイバ中の光を受光する受光素子とよりなる光通信システムにおいて、前記レーザ素子は、活性層と、前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡よりなる共振

器構造とを備えた面発光レーザダイオード素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu\text{m}$ 以上で屈折率が小さい第 1 の材料層と屈折率が高い第 2 の材料層とを周期的に繰り返した半導体分布ブラッグ反射鏡よりなり、前記第 1 の材料層と前記第 2 の材料層との間には、屈折率が前記第 1 の材料層と前記第 2 の材料層の間の値を有するヘテロスパイク緩衝層を、 5 nm 以上で前記半導体分布ブラッグ反射鏡の設計反射波長を $[\mu\text{m}]$ として、 $(50 - 15) [\text{nm}]$ 以下の厚さであって、前記半導体分布ブラッグ反射鏡の反射率変化が急激に大きくなる範囲とした構成を有し、前記第 1 の光ファイバは 1 mm 以上の長さを有することを特徴とする光通信システム。

【請求項 19】

前記活性層は、主たる元素が Ga 、 In 、 N 、 As からなる層、もしくは Ga 、 In 、 As よりなる層よりなり、 $1.1 \sim 1.7 \mu\text{m}$ の波長の光を発生することを特徴とする請求項 18 記載の光通信システム。

【請求項 20】

前記第 1 の材料層は $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ($0 < x < 1$) で表される組成を有し、前記第 2 の材料層は $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ ($0 < y < x < 1$) で表される組成を有し、前記ヘテロスパイク緩衝層は、 $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{As}$ ($0 < z < x < 1$) で表される組成を有することを特徴とする請求項 18 または 19 記載の光通信システム。

【請求項 21】

レーザ素子と、該レーザ素子に結合され、前記レーザ素子で形成されたレーザビームを受光する第 1 の光ファイバと、前記第 1 の光ファイバに結合され、前記第 1 の光ファイバ中の光信号を伝送する第 2 の光ファイバと、前記第 2 の光ファイバに結合され、前記第 2 の光ファイバ中の光を受光する第 3 の光ファイバと、前記第 3 の光ファイバに結合され、前記第 3 の光ファイバ中の光を受光する受光素子とよりなる光通信システムにおいて、前記レーザ素子は発振波長が $1.1 \mu\text{m} \sim 1.7 \mu\text{m}$ であり、光を発生する活性層を、主たる元素が Ga 、 In 、 N 、 As からなる層とし、レーザ光を得るために前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡を含んだ共振器構造を有する面発光型半導体レーザ素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu\text{m}$ 以上で該反射鏡を構成する材料層の屈折率が小大と異なる値に周期的に変化し入射光を光波干渉によって反射する半導体分布ブラッグ反射鏡であるとともに、前記屈折率が小の材料層は $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ($0 < x < 1$) とし、前記屈折率が大の材料層は $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ ($0 < y < x < 1$) とした反射鏡であり、前記活性層と前記反射鏡の間に主たる組成が $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{PyAs}_{1-y}$ ($0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$) 層よりなる非発光再結合防止層を設けてなる面発光型半導体レーザ素子であり、前記第 1 の光ファイバは 1 mm 以上の長さを有することを特徴とする光通信システム。

【請求項 22】

レーザ素子と、該レーザ素子に結合された光伝送路とよりなる光通信システムにおいて、前記レーザ素子は、活性層と、前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡よりなる共振器構造とを備えた面発光レーザダイオード素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu\text{m}$ 以上で屈折率が小さい第 1 の材料層と屈折率が高い第 2 の材料層とを周期的に繰り返した半導体分布ブラッグ反射鏡よりなり、前記第 1 の材料層と前記第 2 の材料層との間には、屈折率が前記第 1 の材料層と前記第 2 の材料層の間の値を有するヘテロスパイク緩衝層を、 5 nm 以上で前記半導体分布ブラッグ反射鏡の設計反射波長を $[\mu\text{m}]$ として、 $(50 - 15) [\text{nm}]$ 以下の厚さであって、前記半導体分布ブラッグ反射鏡の反射率変化が急激に大きくなる範囲とした構成を有し、前記光伝送路は、コアとクラッドとからなる光ファイバよりなり、前記コアの径を D 、光ファイバの長さを L としたとき、関係 $10^5 \leq L/D \leq 10^9$ が成立することを特徴とする光通信システム。

【請求項 23】

前記活性層は、主たる元素が Ga 、 In 、 N 、 As からなる層、もしくは Ga 、 In 、 As よりなる層よりなり、 $1.1 \sim 1.7 \mu\text{m}$ の波長の光を発生することを特徴とする請求項 22 記載の光通信システム。

【請求項 24】

前記第1の材料層は $Al_xGa_{1-x}As$ ($0 < x < 1$) で表される組成を有し、前記第2の材料層は $Al_yGa_{1-y}As$ ($0 < y < 1$) で表される組成を有し、前記ヘテロスパイク緩衝層は、 $Al_zGa_{1-z}As$ ($0 < z < 1$) で表される組成を有することを特徴とする請求項 22 または 23 記載の光通信システム。

【請求項 25】

レーザチップと該レーザチップに結合された光伝送路とよりなる光通信システムにおいて、前記レーザチップは発振波長が $1.1 \mu m \sim 1.7 \mu m$ であり、光を発生する活性層を、主たる元素が Ga、In、N、As からなる層とし、レーザ光を得るために前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡を含んだ共振器構造を有する面発光型半導体レーザ素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu m$ 以上で該反射鏡を構成する材料層の屈折率が小大と異なる値に周期的に変化し入射光を光波干渉によって反射する半導体分布ブラッグ反射鏡であるとともに、前記屈折率が小の材料層は $Al_xGa_{1-x}As$ ($0 < x < 1$) とし、前記屈折率が大の材料層は $Al_yGa_{1-y}As$ ($0 < y < 1$) とした反射鏡であり、前記活性層と前記反射鏡の間に主たる組成が $Ga_xIn_{1-x}PyAs_{1-y}$ ($0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$) 層よりなる非発光再結合防止層を設けてなる面発光型半導体レーザ素子チップであり、前記光伝送路は、コアとクラッドとからなる光ファイバよりなり、前記コアの径を D 、光ファイバの長さを L としたとき、関係 $10^5 \cdot L / D \cdot 10^9$ が成立することを特徴とする光通信システム。

【請求項 26】

レーザ素子と、該レーザ素子を実装される実装基板と、前記レーザ素子に結合される光導波路とよりなる光通信システムにおいて、前記レーザ素子は、活性層と、前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡よりなる共振器構造とを備えた面発光レーザダイオード素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu m$ 以上で屈折率が小さい第1の材料層と屈折率が大きい第2の材料層とを周期的に繰り返した半導体分布ブラッグ反射鏡よりなり、前記第1の材料層と前記第2の材料層との間には、屈折率が前記第1の材料層と前記第2の材料層の間の値を有するヘテロスパイク緩衝層を、 $5 nm$ 以上で前記半導体分布ブラッグ反射鏡の設計反射波長を $[\mu m]$ として、 $(50 - 15) [nm]$ 以下の厚さであって、前記半導体分布ブラッグ反射鏡の反射率変化が急激に大きくなる範囲とした構成を有し、発光光源を構成する面発光レーザダイオード素子とよりなり、前記レーザ素子と前記基板材料との間の線膨張係数の差が $2 \times 10^{-6} / K$ 以内であることを特徴とする光通信システム。

【請求項 27】

前記活性層は、主たる元素が Ga、In、N、As からなる層、もしくは Ga、In、As よりなる層よりなり、 $1.1 \sim 1.7 \mu m$ の波長の光を発生することを特徴とする請求項 26 記載の光通信システム。

【請求項 28】

前記第1の材料層は $Al_xGa_{1-x}As$ ($0 < x < 1$) で表される組成を有し、前記第2の材料層は $Al_yGa_{1-y}As$ ($0 < y < 1$) で表される組成を有し、前記ヘテロスパイク緩衝層は、 $Al_zGa_{1-z}As$ ($0 < z < 1$) で表される組成を有することを特徴とする請求項 26 または 27 記載の光通信システム。

【請求項 29】

レーザ素子と、該レーザ素子を実装される実装基板と、前記レーザ素子に結合される光導波路とよりなる光通信システムにおいて、前記レーザ素子は、発振波長が $1.1 \mu m \sim 1.7 \mu m$ であり、光を発生する活性層を、主たる元素が Ga、In、N、As からなる層とし、レーザ光を得るために前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡を含んだ共振器構造を有する面発光型半導体レーザ素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu m$ 以上で該反射鏡を構成する材料層の屈折率が小大と異なる値に周期的に変化し入射光を光波干渉によって反射する半導体分布ブラッグ反射鏡であるとともに、前記屈折率が小の材料層は $Al_xGa_{1-x}As$ ($0 < x < 1$) とし、前記屈折率が大の材料層は A

Al_{1-y}Ga_{1-y}As (0 < y < 1) とした反射鏡であり、前記活性層と前記反射鏡の間に主たる組成が Ga_xIn_{1-x}P_yAs_{1-y} (0 < x < 1、0 < y < 1) 層よりなる非発光再結合防止層を設けてなる面発光型半導体レーザ素子であり、前記レーザ素子と前記基板材料との間の線膨張係数の差が $2 \times 10^{-6} / K$ 以内であることを特徴とする光通信システム。

【請求項 30】

レーザ素子と、該レーザ素子に結合された光ファイバとよりなる光通信システムにおいて、前記レーザ素子は、活性層と、前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡よりなる共振器構造とを備えた面発光レーザダイオード素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu\text{m}$ 以上で屈折率が小さい第 1 の材料層と屈折率が高い第 2 の材料層とを周期的に繰り返した半導体分布ブラッグ反射鏡よりなり、前記第 1 の材料層と前記第 2 の材料層との間には、屈折率が前記第 1 の材料層と前記第 2 の材料層の間の値を有するヘテロスパイク緩衝層を、 5 nm 以上で前記半導体分布ブラッグ反射鏡の設計反射波長を $[\mu\text{m}]$ として、 $(50 - 15) [\text{nm}]$ 以下の厚さであって、前記半導体分布ブラッグ反射鏡の反射率変化が急激に大きくならない範囲とした構成を有し、発光光源を構成する面発光レーザダイオード素子とよりなり、前記光ファイバは、前記レーザ素子の発光部の方向にファイバ軸方向が押圧状態にされて機械的に接続されていることを特徴とする光通信システム。

【請求項 31】

前記活性層は、主たる元素が Ga, In, N, As からなる層、もしくは Ga, In, As よりなる層よりなり、 $1.1 \sim 1.7 \mu\text{m}$ の波長の光を発生することを特徴とする請求項 30 記載の光通信システム。

【請求項 32】

前記第 1 の材料層は $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ($0 < x < 1$) で表される組成を有し、前記第 2 の材料層は $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ ($0 < y < 1$) で表される組成を有し、前記ヘテロスパイク緩衝層は、 $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{As}$ ($0 < z < x < 1$) で表される組成を有することを特徴とする請求項 30 または 31 記載の光通信システム。

【請求項 33】

レーザチップと該レーザチップに結合された光ファイバとよりなる光通信システムにおいて、前記レーザチップは発振波長が $1.1 \mu\text{m} \sim 1.7 \mu\text{m}$ であり、光を発生する活性層を、主たる元素が Ga、In、N、As からなる層とし、レーザ光を得るために前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡を含んだ共振器構造を有する面発光型半導体レーザ素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu\text{m}$ 以上で該反射鏡を構成する材料層の屈折率が小大と異なる値に周期的に変化し入射光を光波干渉によって反射する半導体分布ブラッグ反射鏡であるとともに、前記屈折率が小の材料層は $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ($0 < x < 1$) とし、前記屈折率が大の材料層は $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ ($0 < y < x < 1$) とした反射鏡であり、前記活性層と前記反射鏡の間に主たる組成が $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{P}_y\text{As}_{1-y}$ ($0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$) 層よりなる非発光再結合防止層を設けてなる面発光型半導体レーザ素子チップであり、前記光ファイバは、前記レーザチップの発光部の方向にファイバ軸方向が押圧状態にされて機械的に接続されていることを特徴とする光通信システム。

【請求項 34】

レーザ素子と、該レーザ素子に光学的に結合された光ファイバまたは光導波路とを備えた光通信システムにおいて、前記レーザ素子は、活性層と、前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡よりなる共振器構造とを備えた面発光レーザダイオード素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu\text{m}$ 以上で屈折率が小さい第 1 の材料層と屈折率が高い第 2 の材料層とを周期的に繰り返した半導体分布ブラッグ反射鏡よりなり、前記第 1 の材料層と前記第 2 の材料層との間には、屈折率が前記第 1 の材料層と前記第 2 の材料層の間の値を有するヘテロスパイク緩衝層を、 5 nm 以上で前記半導体分布ブラッグ反射鏡の設計反射波長を $[\mu\text{m}]$ として、 $(50 - 15) [\text{nm}]$ 以下の厚さであって、

前記半導体分布ブラッグ反射鏡の反射率変化が急激に大きくなる範囲とした構成を有し、発光光源を構成する面発光レーザダイオード素子とよりなり、前記光ファイバまたは光導波路のコア径を X 、レーザダイオードの開口径を d 、レーザダイオードの光放射角をとすると、レーザダイオードから光ファイバまたは光導波路端までの光路長 l が、関係 $d + 2l \tan(\theta/2) = X$ を満たすことを特徴とする光通信システム。

【請求項 35】

前記活性層は、主たる元素が Ga 、 In 、 N 、 As からなる層、もしくは Ga 、 In 、 As よりなる層よりなり、 $1.1 \sim 1.7 \mu m$ の波長の光を発生することを特徴とする請求項 34 記載の光通信システム。

【請求項 36】

前記第 1 の材料層は $Al_x Ga_{1-x} As$ ($0 < x < 1$) で表される組成を有し、前記第 2 の材料層は $Al_y Ga_{1-y} As$ ($0 < y < x < 1$) で表される組成を有し、前記ヘテロスパイク緩衝層は、 $Al_z Ga_{1-z} As$ ($0 < z < x < 1$) で表される組成を有することを特徴とする請求項 34 または 35 記載の光通信システム。

【請求項 37】

レーザチップと、該レーザチップに光学的に結合された光ファイバまたは光導波路とを備えた光通信システムにおいて、前記レーザチップは発振波長が $1.1 \mu m \sim 1.7 \mu m$ であり、光を発生する活性層を、主たる元素が Ga 、 In 、 N 、 As からなる層とし、レーザ光を得るために前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡を含んだ共振器構造を有する面発光型半導体レーザ素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu m$ 以上で該反射鏡を構成する材料層の屈折率が小大と異なる値に周期的に変化し入射光を光波干渉によって反射する半導体分布ブラッグ反射鏡であるとともに、前記屈折率が小の材料層は $Al_x Ga_{1-x} As$ ($0 < x < 1$) とし、前記屈折率が大の材料層は $Al_y Ga_{1-y} As$ ($0 < y < x < 1$) とした反射鏡であり、前記活性層と前記反射鏡の間に主たる組成が $Ga_x In_{1-x} Py As_{1-y}$ ($0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$) 層よりなる非発光再結合防止層を設けてなる面発光型半導体レーザ素子チップであり、前記光ファイバまたは光導波路のコア径を X 、レーザダイオードの開口径を d 、レーザダイオードの光放射角をとすると、レーザダイオードから光ファイバまたは光導波路端までの光路長 l が、関係 $d + 2l \tan(\theta/2) = X$ を満たすことを特徴とする光通信システム。

【請求項 38】

レーザ素子と、該レーザ素子に結合される光ファイバとよりなる光通信システムにおいて、前記レーザ素子は、活性層と、前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡よりなる共振器構造とを備えた面発光レーザダイオード素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu m$ 以上で屈折率が小さい第 1 の材料層と屈折率が大きい第 2 の材料層とを周期的に繰り返した半導体分布ブラッグ反射鏡よりなり、前記第 1 の材料層と前記第 2 の材料層との間には、屈折率が前記第 1 の材料層と前記第 2 の材料層の間の値を有するヘテロスパイク緩衝層を、 $5 nm$ 以上で前記半導体分布ブラッグ反射鏡の設計反射波長を $[\mu m]$ とし、 $(50 \sim 150) [nm]$ 以下の厚さであって、前記半導体分布ブラッグ反射鏡の反射率変化が急激に大きくなる範囲とした構成を有し、発光光源を構成する面発光レーザダイオード素子とよりなり、該面発光レーザダイオード素子中の光出射部に内接する円の直径を d 、前記光ファイバのコア直径を F とすると、関係 $0.5 \leq F/d < 2$ が成立することを特徴とする光通信システム。

【請求項 39】

前記活性層は、主たる元素が Ga 、 In 、 N 、 As からなる層、もしくは Ga 、 In 、 As よりなる層よりなり、 $1.1 \sim 1.7 \mu m$ の波長の光を発生することを特徴とする請求項 38 記載の光通信システム。

【請求項 40】

前記第 1 の材料層は $Al_x Ga_{1-x} As$ ($0 < x < 1$) で表される組成を有し、前記第 2 の材料層は $Al_y Ga_{1-y} As$ ($0 < y < x < 1$) で表される組成を有し、前記ヘテロスパイク緩衝層は、 $Al_z Ga_{1-z} As$ ($0 < z < x < 1$) で表される組成を

有することを特徴とする請求項 38 または 39 記載の光通信システム。

【請求項 41】

レーザチップと、該レーザチップに結合される光ファイバとよりなる光通信システムにおいて、前記レーザチップは発振波長が $1.1 \mu\text{m} \sim 1.7 \mu\text{m}$ であり、光を発生する活性層を、主たる元素が Ga、In、N、As からなる層とし、レーザ光を得るために前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡を含んだ共振器構造を有する面発光型半導体レーザ素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu\text{m}$ 以上で該反射鏡を構成する材料層の屈折率が小大と異なる値に周期的に変化し入射光を光波干渉によって反射する半導体分布ブラッグ反射鏡であるとともに、前記屈折率が小の材料層は $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ($0 < x < 1$) とし、前記屈折率が小の材料層は $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ ($0 < y < 1$) とした反射鏡であり、前記活性層と前記反射鏡の間に主たる組成が $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{PyAs}_{1-y}$ ($0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$) 層よりなる非発光再結合防止層を設けてなる面発光型半導体レーザ素子チップであり、該面発光型半導体レーザ素子チップの光射出部に内接する円の直径を d 、前記光ファイバのコア直径を F とすると、関係 $0.5 < d/F < 2$ が成立することを特徴とする光通信システム。

【請求項 42】

レーザ素子と、該レーザ素子に結合された光導波路とよりなる光通信システムにおいて、前記レーザ素子は、活性層と、前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡よりなる共振器構造とを備えた面発光レーザダイオード素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu\text{m}$ 以上で屈折率が小さい第 1 の材料層と屈折率が大きい第 2 の材料層とを周期的に繰り返した半導体分布ブラッグ反射鏡よりなり、前記第 1 の材料層と前記第 2 の材料層との間には、屈折率が前記第 1 の材料層と前記第 2 の材料層の間の値を有するヘテロスパイク緩衝層を、 5 nm 以上で前記半導体分布ブラッグ反射鏡の設計反射波長を $[\mu\text{m}]$ として、 $(50 \sim 150) [\text{nm}]$ 以下の厚さであって、前記半導体分布ブラッグ反射鏡の反射率変化が急激に大きくならない範囲とした構成を有し、発光光源を構成する面発光レーザダイオード素子とよりなり、前記面発光レーザダイオード素子チップの光射出部の面積を $S (\text{mm}^2)$ 、レーザ素子動作電圧を $V (\text{V})$ として、 V/S を $15000 \sim 30000$ の範囲にしたことを特徴とする光通信システム。

【請求項 43】

前記活性層は、主たる元素が Ga、In、N、As からなる層、もしくは Ga、In、As よりなる層よりなり、 $1.1 \sim 1.7 \mu\text{m}$ の波長の光を発生することを特徴とする請求項 42 記載の光通信システム。

【請求項 44】

前記第 1 の材料層は $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ($0 < x < 1$) で表される組成を有し、前記第 2 の材料層は $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ ($0 < y < 1$) で表される組成を有し、前記ヘテロスパイク緩衝層は、 $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{As}$ ($0 < z < 1$) で表される組成を有することを特徴とする請求項 42 または 43 記載の光通信システム。

【請求項 45】

レーザチップと、該レーザチップに結合された光導波路とよりなる光通信システムにおいて、前記レーザチップは発振波長が $1.1 \mu\text{m} \sim 1.7 \mu\text{m}$ であり、光を発生する活性層を、主たる元素が Ga、In、N、As からなる層とし、レーザ光を得るために前記活性層の上部及び下部に設けられた反射鏡を含んだ共振器構造を有する面発光型半導体レーザ素子チップであって、前記反射鏡は反射波長が $1.1 \mu\text{m}$ 以上で該反射鏡を構成する材料層の屈折率が小大と異なる値に周期的に変化し入射光を光波干渉によって反射する半導体分布ブラッグ反射鏡であるとともに、前記屈折率が小の材料層は $\text{Al}_x\text{Ga}_{1-x}\text{As}$ ($0 < x < 1$) とし、前記屈折率が小の材料層は $\text{Al}_y\text{Ga}_{1-y}\text{As}$ ($0 < y < 1$) とした反射鏡であり、前記活性層と前記反射鏡の間に主たる組成が $\text{Ga}_x\text{In}_{1-x}\text{PyAs}_{1-y}$ ($0 < x < 1$ 、 $0 < y < 1$) 層よりなる非発光再結合防止層を設けてなる面発光型半導体レーザ素子チップであり、該面発光型半導体レーザ素子チップの光射出部の面積を $S (\text{mm}^2)$ 、レーザ素子動作電圧を $V (\text{V})$ として、 V/S を $15000 \sim 30000$ の範囲にしたことを特徴とする光通信システム。

0 0 0の範囲にしたことを特徴とする光通信システム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 6 5 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 6 5 2】

【発明の効果】

請求項 1 ~ 4 記載の本発明によれば、コンピュータ・ネットワークや長距離大容量通信の幹線系など、光ファイバ通信に適した 1 . 1 ~ 1 . 7 μ m 帯域の波長において発振し、動作電圧、発振閾値電流等が低く、発熱が小さく、安定した発振を行うことができる面発光レーザダイオードが従来は存在しなかったが、本発明によれば、半導体分布ブラッグ反射鏡を工夫することにより、上記波長域でレーザ発振し、動作電圧および発振閾値電流等を低減でき、レーザ素子の発熱も低減でき、安定した発振を行う面発光レーザダイオードが実現され、このような面発光レーザダイオードを使うことにより、低い費用で実用的な 2 地点間光送受信システムを実現することが可能になった。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 6 5 4

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 6 5 4】

請求項 5 ~ 8 記載の本発明によれば、コンピュータ・ネットワーク、長距離大容量通信の幹線系など光ファイバ通信が期待されているレーザ発振波長が 1 . 1 μ m 帯 ~ 1 . 7 μ m 帯の分野において、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、レーザ素子の発熱も少なく安定した発振ができる面発光レーザダイオードおよびそれを用いた光送受信システムが存在しなかったが、本発明のように半導体分布ブラッグ反射鏡を工夫することにより、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、レーザ素子の発熱も少なく安定した発振ができ、また低コストで実用的な建物内（構内）光送受信システムが実現できた。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 6 5 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 6 5 6】

請求項 9 ~ 13 記載の本発明によれば、装置内部にレーザ発光光源の光信号を空間伝送する光送受信システムを設けたので、内部の信号授受をこの光送受信システムで行うことができ、装置内部で信号授受に使用する導線ケーブルを省略することが可能となった。従来ややもすると装置内部で信号授受に使用する導線ケーブルが複雑に入り組み、そのレイアウト上の処理が煩雑であったが、使用する導線ケーブルの数を減らすことができたので、煩雑さが解消できるのみならず、装置内部の各部品 / ユニット等のレイアウトの自由度が増えた。またこの光送受信システムのレーザ発光光源および受光ユニットのそれぞれの発光素子部および受光素子部にそれらの素子をカバーするカバー部材を設けるようにしたので、発光素子部および受光素子部が装置内部を漂う異物などによって破損することが防止でき、この光送受信システムが安定して動作できるようになった。

【手続補正 5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 6 5 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0658】

請求項12記載の本発明によれば、このような光送受信システムを電子写真原理を用いた記録装置に設けることにより、この装置内部で信号授受に使用する導線ケーブルを省略することが可能となった。また、このような記録装置は、装置内部で、トナーや紙粉が絶えず舞っていて、光送受信システムの発光素子部や受光素子部に悪影響を及ぼすが、本発明ではそれらの素子をカバーするカバー部材を設けるようにしたので、そのような悪影響を防止でき、この光送受信システムが安定して動作できるようになった。

【手続補正6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0659

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0659】

請求項14～17記載の本発明によれば、コンピュータ・ネットワーク、長距離大容量通信の幹線系など光ファイバ通信が期待されているレーザ発振波長が1.1 μ m帯～1.7 μ m帯の分野において、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、レーザ素子の発熱も少なく安定した発振ができる面発光レーザダイオードおよびそれを用いた通信システムが存在しなかったが、本発明のように半導体分布ブラッグ反射鏡を工夫することにより、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、レーザ素子の発熱も少なく安定した発振ができ、また低コストで実用的な光通信システムが実現できた。

【手続補正7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0661

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0661】

請求項18～21記載の本発明によれば、コンピュータ・ネットワーク、長距離大容量通信の幹線系など光ファイバ通信が期待されているレーザ発振波長が1.1 μ m帯～1.7 μ m帯の分野において、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、レーザ素子の発熱も少なく安定した発振ができる面発光レーザダイオードおよびそれを用いた通信システムが存在しなかったが、本発明のように半導体分布ブラッグ反射鏡を工夫することにより、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、レーザ素子の発熱も少なく安定した発振ができ、また低コストで実用的な光通信システムが実現できた。

【手続補正8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0662

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0662】

さらに、従来、このようなレーザ発振波長が1.1 μ m帯～1.7 μ m帯の分野における実用的な光通信システムが無かったことにより、これに使用される面発光レーザダイオード素子チップ、もしくは当該チップを収容するモジュールパッケージから引き出される光ファイバケーブルのファイバケーブル長をどのようにすればよいのかという検討がされてこなかったが、本発明のようにこの長さを1mm以上とすることで当該パッケージのアセンブリ製作の生産性を著しく向上させることが可能となった。さらに当該チップを収容するモジュールパッケージから引き出される光ファイバに伝送用のファイバケーブルを接続して光通信システムを構築する際にも、上記のようにこの光ファイバの長さを1mm以上とすることでそれらの接続が容易にかつ確実にいえるようになり、信頼性の高い光通信システムが容易に構築できるようになった。請求項22～25記載の本発明によれば、コンピュータ・ネットワーク、長距離大容量通信の幹線系など光ファイバ通信が期待されて

いるレーザ発振波長が1.1～1.7 μm 帯の分野において、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、レーザ素子の発熱も少なく安定した発振ができる面発光レーザダイオードおよびそれを用いた通信システムが存在しなかったが、本発明のように半導体分布ブラッグ反射鏡を工夫することにより、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、レーザ素子の発熱も少なく安定した発振ができ、また低コストで実用的な光通信システムが実現できた。

【手続補正9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0664

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0664】

請求項2.6～2.9記載の本発明によれば、コンピュータ・ネットワーク、長距離大容量通信の幹線系など光ファイバ通信が期待されているレーザ発振波長が1.1～1.7 μm 帯の分野において、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、レーザ素子の発熱も少なく安定した発振ができる面発光レーザダイオードおよびそれを用いた通信システムが存在しなかったが、本発明のように半導体分布ブラッグ反射鏡を工夫することにより、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、低消費電力で、レーザ素子の発熱も少なく安定した発振ができ、また低コストで実用的な光通信システムが実現できた。

【手続補正10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0666

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0666】

請求項3.0～3.3記載の本発明によれば、コンピュータ・ネットワーク、長距離大容量通信の幹線系など光ファイバ通信が期待されているレーザ発振波長が1.1～1.7 μm 帯の分野において、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、レーザ素子の発熱も少なく安定した発振ができる面発光レーザダイオードおよびそれを用いた通信システムが存在しなかったが、本発明のように半導体分布ブラッグ反射鏡を工夫することにより、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、レーザ素子の発熱も少なく安定した発振ができ、また低コストで実用的な光通信システムが実現できた。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0668

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0668】

請求項3.4～3.7記載の本発明によれば、コンピュータ・ネットワーク、長距離大容量通信の幹線系など光ファイバ通信が期待されているレーザ発振波長が1.1 μm 帯～1.7 μm 帯の分野において、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、レーザ素子の発熱も少なく安定した発振ができる面発光レーザダイオードおよびそれを用いた通信システムが存在しなかったが、本発明のように半導体分布ブラッグ反射鏡を工夫することにより、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、レーザ素子の発熱も少なく安定した発振ができ、また低コストで実用的な光通信システムが実現できた。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0670

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0670】

請求項 3 8 ~ 4 1 記載の本発明によれば、コンピュータ・ネットワーク、長距離大容量通信の幹線系など光ファイバ通信が期待されているレーザ発振波長が $1.1 \sim 1.7 \mu\text{m}$ 帯の分野において、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、レーザ素子の発熱も少なく安定した発振ができる面発光レーザダイオードおよびそれを用いた光通信システムが存在しなかったが、本発明のように半導体分布ブラッグ反射鏡を工夫することにより、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、レーザ素子の発熱も少なく安定した発振ができ、また低コストで実用的な光通信システムが実現できた。

【手続補正 1 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 6 7 2

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 6 7 2】

請求項 4 2 ~ 4 5 記載の本発明によれば、コンピュータ・ネットワーク、長距離大容量通信の幹線系など光ファイバ通信が期待されているレーザ発振波長が $1.1 \mu\text{m}$ 帯 ~ $1.7 \mu\text{m}$ 帯の分野において、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、レーザ素子の発熱も少なく安定した発振ができる面発光レーザダイオードおよびそれを用いた通信システムが存在しなかったが、本発明のように半導体分布ブラッグ反射鏡を工夫することにより、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、レーザ素子の発熱も少なく安定した発振ができ、また低コストで実用的な光通信システムが実現できた。