

【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7月7日(2005.7.7)

【公開番号】特開2002-324941(P2002-324941A)
 【公開日】平成14年11月8日(2002.11.8)
 【出願番号】特願2002-45462(P2002-45462)
 【国際特許分類第7版】

H 0 1 S 5/183
 G 0 2 B 6/42

【F I】

H 0 1 S 5/183
 G 0 2 B 6/42

【手続補正書】

【提出日】平成16年10月28日(2004.10.28)

【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】

レーザチップと、該レーザチップと接続され該レーザチップのレーザ光を受光する第1の光ファイバーと、該第1の光ファイバーの光を伝達する送信用の第2の光ファイバーと、該第2の光ファイバーの光を受光する第3の光ファイバーと、該第3の光ファイバーの光を受光する受光手段を備えた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 $1.1\mu\text{m} \sim 1.7\mu\text{m}$ であり、光を発生する活性層の主たる元素がGa、In、N、Asからなる層、若しくはGa、In、Asよりなる層とし、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、かつ前記屈折率が小と大の材料層の間に該屈折率が小と大の間の値をとる $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{As}$ ($0 < z < 1$)よりなるヘテロスパイク緩衝層の厚さを、 $5\text{nm} \sim 50\text{nm}$ 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反射鏡であるような面発光型半導体レーザ素子チップを発光光源としたことを特徴とする光送受信システム。

【請求項2】

レーザチップと、該レーザチップと接続され該レーザチップのレーザ光を受光する第1の光ファイバーと、該第1の光ファイバーの光を伝達する送信用の第2の光ファイバーと、該第2の光ファイバーの光を受光する第3の光ファイバーと、該第3の光ファイバーの光を受光する受光手段を備えた光送受信システムにおいて、前記レーザチップは、光を発生する活性層の主たる元素がGa、In、N、Asからなる層、若しくはGa、In、Asよりなる層とし、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、かつ前記屈折率が小と大の材料層の間に該屈折率が小と大の間の値をとる $Al_zGa_{1-z}As$ ($0 < y < z < x - 1$) よりなるヘテロスパイク緩衝層を $20\text{ nm} \sim 50\text{ nm}$ の厚さに設けた反射鏡であるような面発光型半導体レーザ素子チップを発光光源としたことを特徴とする光送受信システム。

【請求項 3】

レーザチップと、該レーザチップと接続され該レーザチップのレーザ光を受光する第 1 の光ファイバーと、該第 1 の光ファイバーの光を伝達する送信用の第 2 の光ファイバーと、該第 2 の光ファイバーの光を受光する第 3 の光ファイバーと、該第 3 の光ファイバーの光を受光する受光手段を備えた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 $1.1\ \mu\text{m} \sim 1.7\ \mu\text{m}$ であり、光を発生する活性層の主たる元素が Ga、In、N、As からなる層、若しくは Ga、In、As よりなる層とし、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 $Al_xGa_{1-x}As$ ($0 < x < 1$) 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、かつ前記屈折率が小と大の材料層の間に該屈折率が小と大の間の値をとる $Al_zGa_{1-z}As$ ($0 < y < z < x - 1$) よりなるヘテロスパイク緩衝層を $20\text{ nm} \sim 50\text{ nm}$ の厚さに設けた反射鏡であるような面発光型半導体レーザ素子チップを発光光源としたことを特徴とする光送受信システム。

【請求項 4】

レーザチップと、該レーザチップと接続され該レーザチップのレーザ光を受光する第 1 の光ファイバーと、該第 1 の光ファイバーの光を伝達する送信用の第 2 の光ファイバーと、該第 2 の光ファイバーの光を受光する第 3 の光ファイバーと、該第 3 の光ファイバーの光を受光する受光手段よりな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 $1.1\ \mu\text{m} \sim 1.7\ \mu\text{m}$ 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、もしくは Ga、In、As よりなる層とし、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 $1.1\ \mu\text{m}$ 以上でそれ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を発光光源としたことを特徴とする光送受信システム。

【請求項 5】

前記レーザチップには n 個の半導体レーザ素子が形成されているとともに、前記第 1 の光ファイバー、第 2 の光ファイバー、第 3 の光ファイバーならびに受光手段をそれぞれ n 個ずつ有することを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 項に記載の光送受信システム。

【請求項 6】

前記 n 個の半導体レーザ素子の発光面と n 個の第 1 の光ファイバー群の受光面が互いに 1 対 1 に相対することを識別する手段を有することを特徴とする請求項 5 に記載の光送受信システム。

【請求項 7】

前記半導体レーザ素子の発光面と光ファイバーの受光面が互いに平行であることを特徴とする請求項 6 に記載の光送受信システム。

【請求項 8】

前記 n 個の半導体レーザ素子の発光面と n 個の第 1 の光ファイバー群の受光面が互いに 1 対 1 に相対するようにした位置決め / 結合手段を有することを特徴とする請求項 5 に記

載の光送受信システム。

【請求項 9】

前記 n 個の第 1、第 2、第 3 のそれぞれの光ファイバー群の光送出面および受光面が互いに 1 対 1 に相対することを識別する手段を有することを特徴とする請求項 5 に記載の光送受信システム。

【請求項 10】

前記 n 個の第 1、第 2、第 3 のそれぞれの光ファイバー群の光送出面および受光面が互いに 1 対 1 に相対するようにした位置決め / 結合手段を有することを特徴とする請求項 5 に記載の光送受信システム。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0006

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0006】

【課題を解決するための手段】

本発明はかかる課題を解決するために、請求項 1 は、レーザチップと、該レーザチップと接続され該レーザチップのレーザ光を受光する第 1 の光ファイバーと、該第 1 の光ファイバーの光を伝達する送信用の第 2 の光ファイバーと、該第 2 の光ファイバーの光を受光する第 3 の光ファイバーと、該第 3 の光ファイバーの光を受光する受光手段を備えた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 $1.1 \mu\text{m} \sim 1.7 \mu\text{m}$ であり、光を発生する活性層の主たる元素が Ga、In、N、As からなる層、若しくは Ga、In、As よりなる層とし、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、かつ前記屈折率が小と大の材料層の間に該屈折率が小と大の間の値をとる $\text{Al}_z\text{Ga}_{1-z}\text{As}$ ($0 < z < 1$) よりなるヘテロスパイク緩衝層の厚さを、 $5 \text{nm} \sim 50 \text{nm}$ 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反射鏡であるような面発光型半導体レーザ素子チップを発光光源としたことを特徴とする。

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ー通信が期待されているレーザ発振波長が $1.1 \mu\text{m}$ 帯 $\sim 1.7 \mu\text{m}$ 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型半導体レーザ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。すなわち、従来このような用途に使用できるレーザ発振波長が $1.1 \mu\text{m}$ 帯 $\sim 1.7 \mu\text{m}$ 帯の長波長帯面発光半導体レーザ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した面発光型半導体レーザ素子チップにより、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、発熱も少ない省エネルギー、低コストの安定した光送受信システム実現できた。かかる発明によれば、半導体分布ブラッグ反射鏡を工夫した面発光型半導体レーザ素子チップにより、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、発熱も少ない省エネルギー、低コストの安定した光送受信システム実現できた。

請求項 2 は、レーザチップと、該レーザチップと接続され該レーザチップのレーザ光を受光する第 1 の光ファイバーと、該第 1 の光ファイバーの光を伝達する送信用の第 2 の光ファイバーと、該第 2 の光ファイバーの光を受光する第 3 の光ファイバーと、該第 3 の光ファイバーの光を受光する受光手段を備えた光送受信システムにおいて、前記レーザチップは、光を発生する活性層の主たる元素が Ga、In、N、As からなる層、若しくは G

a、In、Asよりなる層とし、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、かつ前記屈折率が小と大の材料層の間に該屈折率が小と大の間の値をとる $Al_zGa_{1-z}As$ ($0 < y < z < x < 1$)よりなるヘテロスパイク緩衝層を20nm～50nmの厚さに設けた反射鏡であるような面発光型半導体レーザ素子チップを発光光源としたことを特徴とする。

請求項3は、レーザチップと、該レーザチップと接続され該レーザチップのレーザ光を受光する第1の光ファイバーと、該第1の光ファイバーの光を伝達する送信用の第2の光ファイバーと、該第2の光ファイバーの光を受光する第3の光ファイバーと、該第3の光ファイバーの光を受光する受光手段を備えた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の主たる元素がGa、In、N、Asからなる層、若しくはGa、In、Asよりなる層とし、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、かつ前記屈折率が小と大の材料層の間に該屈折率が小と大の間の値をとる $Al_zGa_{1-z}As$ ($0 < y < z < x < 1$)よりなるヘテロスパイク緩衝層を20nm～50nmの厚さに設けた反射鏡であるような面発光型半導体レーザ素子チップを発光光源としたことを特徴とする。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0007】

請求項4は、レーザチップと、該レーザチップと接続され該レーザチップのレーザ光を受光する第1の光ファイバーと、該第1の光ファイバーの光を伝達する送信用の第2の光ファイバーと、該第2の光ファイバーの光を受光する第3の光ファイバーと、該第3の光ファイバーの光を受光する受光手段よりな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、もしくはGa、In、Asよりなる層とし、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 $1.1\mu m$ 以上でそれ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を発光光源としたことを特徴とする。

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ー通信が期待されているレーザ発振波長が $1.1\mu m$ 帯～ $1.7\mu m$ 帯の分野において、安定して使用できる長波長帯面発光半導体レーザ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、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を発光光源とすることにより、実用的な光送受信システムが実現できた。

すなわち、従来このような用途に使用できるレーザ発振波長が $1.1\mu m$ 帯～ $1.7\mu m$

m帯の長波長帯面発光半導体レーザが存在しなかったが、本発明のように非発光再結合防止層を設けた面発光型半導体レーザ素子チップにより、半導体分布ブラッグ反射鏡構成材料のAlに起因する結晶欠陥、発光効率低下をなくすることが可能となり、安定したレーザ発振を行うことが可能な長波長帯面発光半導体レーザが実現し、実用的な光送受信システムが実現できた。

かかる発明によれば、非発光再結合防止層を設けた面発光型半導体レーザ素子チップにより、半導体分布ブラッグ反射鏡構成材料のAlに起因する結晶欠陥、発光効率低下をなくすることが可能となり、安定したレーザ発振を行うことが可能な長波長帯面発光半導体レーザが実現し、実用的な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】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

請求項5は、前記レーザチップにはn個の半導体レーザ素子が形成されているとともに、前記第1の光ファイバー、第2の光ファイバー、第3の光ファイバーならびに受光手段をそれぞれn個ずつ有することも本発明の有効な手段である。このような光送受信システムにおいて、レーザ発振波長が $1.1\mu\text{m} \sim 1.7\mu\text{m}$ の長波長帯面発光半導体レーザの特徴を活かして、チップ上に複数のレーザ発振素子を形成し、それに対応して複数の光ファイバーを接続させた光送受信システムとしたので、大容量、かつ高速のデータ送受信が可能となる光送受信システムを実現できた。

かかる発明によれば、前記レーザチップにはn個の半導体レーザ素子が形成されているとともに、前記第1の光ファイバー、第2の光ファイバー、第3の光ファイバーならびに受光手段をそれぞれn個ずつ有するようにして、大容量、かつ高速のデータ送受信が可能となる光送受信システムを実現できた。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

請求項6は、前記n個の半導体レーザ素子の発光面とn個の第1の光ファイバー群の受光面が互いに1対1に相對することを識別する手段を有することも本発明の有効な手段である。このようなレーザ発振波長が $1.1\mu\text{m} \sim 1.7\mu\text{m}$ の長波長帯面発光半導体レーザの特徴を活かして、チップ上に複数のレーザ発振素子を形成し、それに対応して複数の光ファイバーを接続させた大容量の光送受信システムにおいて、複数個の半導体レーザ素子の発光面と複数個の第1の光ファイバー群の受光面が互いに1対1に相對することを識別する手段を有するようにしたので、半導体レーザ素子と光ファイバー群間の接続を効率よくできるようになり、このようなシステムを構築する際の工事が手際よく行えるようになった。

かかる技術手段によれば、前記n個の半導体レーザ素子の発光面とn個の第1の光ファイバー群の受光面が互いに1対1に相對することを識別する手段を有するので、半導体レーザ素子と光ファイバー群間の接続を効率よくできるようになり、このようなシステムを構築する際の工事が手際よく行えるようになった。

請求項7は、前記n個の半導体レーザ素子の発光面とn個の第1の光ファイバー群の受光面が互いに1対1に相對するようにした位置決め/結合手段を有することも本発明の有効な手段である。このようなレーザ発振波長が $1.1\mu\text{m} \sim 1.7\mu\text{m}$ の長波長帯面発光半導体レーザの特徴を活かして、チップ上に複数のレーザ発振素子を形成し、それに対応して複数の光ファイバーを接続させた大容量の光送受信システムにおいて、半導体レーザ

素子の発光面と光ファイバーの受光面が互いに平行であるようにしたので、半導体レーザ素子から出射したレーザ光が効率よく光ファイバーに入射できるようになり、ロスのない高効率の光送受信システムが実現できた。

かかる技術手段によれば、前記 n 個の半導体レーザ素子の発光面と n 個の第 1 の光ファイバー群の受光面が互いに 1 対 1 に相対するようにした位置決め / 結合手段を有するので、半導体レーザ素子から出射したレーザ光が効率よく光ファイバーに入射できるようになり、ロスのない高効率の光送受信システムが実現できた。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

請求項 8 は、前記 n 個の半導体レーザ素子の発光面と n 個の第 1 の光ファイバー群の受光面が互いに 1 対 1 に相対するようにした位置決め / 結合手段を有することも本発明の有効な手段である。このようなレーザ発振波長が $1.1 \mu\text{m} \sim 1.7 \mu\text{m}$ の長波長帯面発光半導体レーザの特徴を活かして、チップ上に複数のレーザ発振素子を形成し、それに対応して複数の光ファイバーを接続させた大容量の光送受信システムにおいて、複数の半導体レーザ素子の発光面と複数の第 1 の光ファイバー群の受光面が互いに 1 対 1 に相対するようにした位置決め / 結合手段を有するようにしたので、半導体レーザ素子と光ファイバー間の接続を高精度にできるようになり、このようなシステムが長期にわたり安定して稼動できるようになった。

かかる技術手段によれば、前記 n 個の半導体レーザ素子の発光面と n 個の第 1 の光ファイバー群の受光面が互いに 1 対 1 に相対するようにした位置決め / 結合手段を有するので、半導体レーザ素子と光ファイバー間の接続を高精度にできるようになり、このようなシステムが長期にわたり安定して稼動できるようになった。

請求項 9 は、前記 n 個の第 1、第 2、第 3 のそれぞれの光ファイバー群の光送出面および受光面が互いに 1 対 1 に相対することを識別する手段を有することも本発明の有効な手段である。このようなレーザ発振波長が $1.1 \mu\text{m} \sim 1.7 \mu\text{m}$ の長波長帯面発光半導体レーザの特徴を活かして、チップ上に複数のレーザ発振素子を形成し、それに対応して複数の光ファイバーを接続させた大容量の光送受信システムにおいて、それぞれの光ファイバー群の光送出面および受光面が互いに 1 対 1 に相対することを識別する手段を有するようにしたので、光ファイバー間どうしの接続を効率よくできるようになり、このようなシステムを構築する際の工事が手際よく行えるようになった。

かかる技術手段によれば、前記 n 個の第 1、第 2、第 3 のそれぞれの光ファイバー群の光送出面および受光面が互いに 1 対 1 に相対することを識別する手段を有するので、光ファイバー間どうしの接続を効率よくできるようになり、このようなシステムを構築する際の工事が手際よく行えるようになった。

請求項 10 は、前記 n 個の第 1、第 2、第 3 のそれぞれの光ファイバー群の光送出面および受光面が互いに 1 対 1 に相対するようにした位置決め / 結合手段を有することも本発明の有効な手段である。このようなレーザ発振波長が $1.1 \mu\text{m} \sim 1.7 \mu\text{m}$ の長波長帯面発光半導体レーザの特徴を活かして、チップ上に複数のレーザ発振素子を形成し、それに対応して複数の光ファイバーを接続させた大容量の光送受信システムにおいて、それぞれの光ファイバー群の光送出面および受光面が互いに 1 対 1 に相対するようにした位置決め / 結合手段を有するようにしたので、光ファイバー間どうしの接続を高精度にできるようになり、このようなシステムが長期にわたり安定して稼動できるようになった。

かかる技術手段によれば、前記 n 個の第 1、第 2、第 3 のそれぞれの光ファイバー群の光送出面および受光面が互いに 1 対 1 に相対するようにした位置決め / 結合手段を有するので、光ファイバー間どうしの接続を高精度にできるようになり、このようなシステムが長期にわたり安定して稼動できるようになった。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0048

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0048】

【発明の効果】

以上記載のごとく請求項 1 ~ 3 の発明によれば、半導体分布ブラッグ反射鏡を工夫した面発光型半導体レーザ素子チップにより、動作電圧、発振閾値電流等を低くでき、発熱も少ない省エネルギー、低コストの安定した光送受信システム実現できた。

また請求項 4 では、非発光再結合防止層を設けた面発光型半導体レーザ素子チップにより、半導体分布ブラッグ反射鏡構成材料の Al に起因する結晶欠陥、発光効率低下をなくすることが可能となり、安定したレーザ発振を行うことが可能な長波長帯面発光半導体レーザが実現し、実用的な光送受信システムが実現できた。

また請求項 5 では、前記レーザチップには n 個の半導体レーザ素子が形成されるとともに、前記第 1 の光ファイバー、第 2 の光ファイバー、第 3 の光ファイバーならびに受光手段をそれぞれ n 個ずつ有するようにして、大容量、かつ高速のデータ送受信が可能となる光送受信システムを実現できた。

また請求項 6 では、前記 n 個の半導体レーザ素子の発光面と n 個の第 1 の光ファイバー群の受光面が互いに 1 対 1 に相対することを識別する手段を有するので、半導体レーザ素子と光ファイバー群間の接続を効率よくできるようになり、このようなシステムを構築する際の工事が手際よく行えるようになった。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0049

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0049】

また請求項 7 では、前記 n 個の半導体レーザ素子の発光面と n 個の第 1 の光ファイバー群の受光面が互いに 1 対 1 に相対するようにした位置決め / 結合手段を有するので、半導体レーザ素子から出射したレーザ光が効率よく光ファイバーに入射できるようになり、ロスが少ない高効率の光送受信システムが実現できた。

また請求項 8 では、前記 n 個の半導体レーザ素子の発光面と n 個の第 1 の光ファイバー群の受光面が互いに 1 対 1 に相対するようにした位置決め / 結合手段を有するので、半導体レーザ素子と光ファイバー間の接続を高精度にできるようになり、このようなシステムが長期にわたり安定して稼働できるようになった。

また請求項 9 では、前記 n 個の第 1、第 2、第 3 のそれぞれの光ファイバー群の光送出面および受光面が互いに 1 対 1 に相対することを識別する手段を有するので、光ファイバー間どうしの接続を効率よくできるようになり、このようなシステムを構築する際の工事が手際よく行えるようになった。

また請求項 10 では、前記 n 個の第 1、第 2、第 3 のそれぞれの光ファイバー群の光送出面および受光面が互いに 1 対 1 に相対するようにした位置決め / 結合手段を有するので、光ファイバー間どうしの接続を高精度にできるようになり、このようなシステムが長期にわたり安定して稼働できるようになった。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】図面

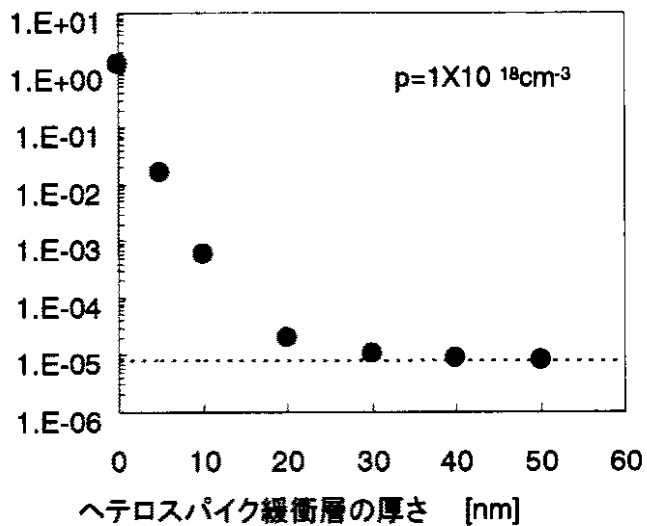
【補正対象項目名】図 8

【補正方法】変更

【補正の内容】

【 図 8 】

抵抗率(dV/dJ) [$\Omega \text{ cm}^2$]



【 手続補正 1 0 】

【 補正対象書類名 】 図面

【 補正対象項目名 】 図 9

【 補正方法 】 変更

【 補正の内容 】

【 図 9 】

反射率変化(dR/dt)

