(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号

特許第4246942号
(P4246942)

(45)発行日　平成21年4月2日(2009.4.2)　(24)登録日　平成21年1月16日(2009.1.16)

(51)Int.Cl.			F I	
H01S	***5/022***	***(2006.01)***	H01S	5/022
H01S	***5/04***	***(2006.01)***	H01S	5/04
H01S	***5/40***	***(2006.01)***	H01S	5/40

請求項の数 6　(全 12 頁)

(21)出願番号　特願2001-332027(P2001-332027)
(22)出願日　平成13年10月30日(2001.10.30)
(65)公開番号　特開2002-151783(P2002-151783A)
(43)公開日　平成14年5月24日(2002.5.24)
審査請求日　平成16年10月19日(2004.10.19)
(31)優先権主張番号　09/703389
(32)優先日　平成12年10月31日(2000.10.31)
(33)優先権主張国　米国(US)

前置審査

(73)特許権者　506098789
アバゴ・テクノロジーズ・ファイバー・アイピー（シンガポール）プライベート・リミテッド
シンガポール国シンガポール７６８９２３，イーシュン・アベニュー・７・ナンバー１
(74)代理人　100087642
弁理士　古谷　聡
(74)代理人　100076680
弁理士　溝部　孝彦
(74)代理人　100121061
弁理士　西山　清春

最終頁に続く

(54)【発明の名称】波長変換用光学サブアセンブリ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

短波長レーザー光および長波長レーザー光を出力する光学アセンブリ（10）であって、

光学アセンブリハウジング（18）と、

短波長レーザー出力（14）を供給するように構成された、予め製作された電気的にポンピングされる短波長レーザー（20）と、

長波長レーザー出力（17）を供給するように構成された、予め製作された光ポンピングされる長波長レーザー（30）と、

前記予め製作された長波長レーザー（30）を収容する光学サブアセンブリハウジング（48）と、前記短波長レーザー出力を前記長波長レーザー（30）に集束するように構成された第１の光学素子とを含む着脱可能な光学サブアセンブリ（40）とからなり、

前記電気的にポンピングされる短波長レーザー（20）が、前記短波長レーザー光として前記短波長レーザー出力を単独で出力するように前記光学アセンブリハウジング（18）内の標準パッケージ中に収容され、

前記光学サブアセンブリ（40）は、前記短波長レーザー出力が前記長波長レーザー（30）に加えられる位置において前記光学アセンブリハウジング（18）内に配置され、前記長波長レーザーが前記短波長レーザー出力により光ポンピングされて、前記長波長レーザー光となる長波長レーザ出力を生成する、光学アセンブリ（10）。

【請求項２】

前記長波長レーザーが、前記短波長レーザー出力（14）を前記長波長レーザー出力（17

）から除外する、請求項１に記載の光学アセンブリ（10）。
【請求項３】
前記光学アセンブリハウジング（18）が、前記光学サブアセンブリハウジング（48）と前記予め製作された短波長レーザー（20）とを事前に決められた位置に配置するための手段を含む、請求項１又は２に記載の光学アセンブリ（10）。
【請求項４】
短波長レーザー光および長波長レーザー光を出力する光学アセンブリ（10）を形成するための方法であって、
単独で前記短波長レーザー光としての短波長レーザー出力を出力するように標準パッケージ（11）中に収容された、予め製作された電気的にポンピングされる短波長レーザー（20）を準備するステップと、
予め製作された光ポンピングされる長波長レーザー（30）と、前記短波長レーザー出力（14）を前記長波長レーザー（30）に集束するように構成された第一の光学素子（41）とを、光学サブアセンブリハウジング（48）を含む着脱可能な光学サブアセンブリ（40）中に配置するステップと、
前記標準パッケージ（11）及び前記光学サブアセンブリ（40）を受容するように構成された光学アセンブリハウジング（18）を準備するステップとからなり、
前記光学サブアセンブリ（40）は、前記短波長レーザー（20）出力が前記長波長レーザー（30）に加えられる位置において前記光学アセンブリハウジング（18）内に配置され、前記長波長レーザーが前記短波長レーザー出力により光ポンピングされて、前記長波長レーザー光となる長波長レーザ出力を生成する、方法。
【請求項５】
前記短波長レーザー出力（14）を前記長波長レーザー出力（17）から除外するステップを更に含む、請求項４に記載の方法。
【請求項６】
前記長波長レーザー（30）に対する入力を形成するために、前記光学素子（41）を介して前記短波長レーザー出力（14）を集束するステップを更に含む、請求項４に記載の方法。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は一般にオプトエレクトロニクス装置に関し、より具体的には短波長のレーザー出力を長波長のレーザー出力へと変換するために用いられる光学サブアセンブリに関する。
【０００２】
【従来の技術】
発光ダイオード（ＬＥＤ）、レーザー、垂直共振器表面発光ダイオードレーザー（ＶＣＳＥＬ）等（集合的に発光デバイスとして知られている）は、通信システム、医療システム、及び表示システム等、多くの用途に広く利用されている。これらの発光デバイスは通常、基板上に形成されたエピタキシャル材料で製作されており、このエピタキシャル材料はＰＮ接合と、内部に形成され、一般に少なくとも１つのブラッグリフレクタを含む活性領域、即ち発光領域を有している。ブラッグリフレクタは多くの発光デバイスの基本構成要素であり、半導体レーザーの光出力の反射及び方向付けを行うために利用される。
【０００３】
通信システムに利用されるレーザー、特に光通信システム用のレーザーの場合、約１．３～１．５５μｍ程度の比較的長い波長の光を発するレーザーが望ましく、一部の用途ではその光を単一空間モード及び単一縦モードで発する。単一空間モード及び単一縦モードにおけるレーザーの放射は、単一周波数でのレーザー発光となる。長波長、単一周波数の出力は、そのレーザー発光を光ファイバへと集束することが可能であり、長距離にわたって非常に速い通信速度を必要とする通信システムにおいて良好に機能する。現在使用されている光ファイバ通信システムの多くは、最低分散の１．３μｍ、或いは最低損失の１．５

５μｍで動作する。
【０００４】
これまで、（インジウム燐（ＩｎＰ）等の）半導体材料系中で好都合な長波長の活性領域を有する、低抵抗、高反射率のＤＢＲミラーを得ることが主として困難であったため、長波長のＶＣＳＥＬ共振器を短波長レーザーでもって光ポンピングすることにより長波長のＶＣＳＥＬを実現していた。短波長レーザーは、ウエハボンディングのような技術を用いて、或いは２つのレーザーを接合するための光学接着剤を用いて、長波長レーザーと組み合わせられた。ウエハボンディングに関する１つの問題は、コストがかかり、少なくとも１つの追加処理工程が追加されることである。更に、材料が、ウエハボンディング処理に関連した高温及び高圧にさらされる場合、常に破損の可能性が伴う。同様に、光学接着剤を使って２つのレーザーを結合する方法もコストを増し、処理工程を追加する。
【０００５】
短波長レーザーを長波長レーザーへと結合することに関連した他の問題は、長波長レーザーの出力が短波長出力成分も含んでしまうということである。即ち、従来技術の長波長レーザーデバイスは、長波長の光と短波長の光の両方を放射する。これは、特に短距離の光通信システムにおいて問題となり、その理由は短波長信号を完全に減衰させるのに十分な距離が無い場合、短波長の発光が長波長信号中に含まれる情報を不明瞭にするからである。
【０００６】
別の問題は、ボンディングされた、又は接着剤により接着されたウエハ間の熱的相互作用である。吸収過程で生じた熱は、長波長出力の性能を制約する可能性があるため、除去されなければならない。更に、短波長レーザーにより生じた熱も、長波長出力の性能に劇的な影響を及ぼしてしまう。
【０００７】
【発明が解決しようとする課題】
従って、本業界において、ウエハボンディングも光学接着剤も使用しないで２つのレーザーデバイスを結合した長波長レーザーに関する、対処されていない要求が、存在する。
【０００８】
【課題を解決するための手段】
本発明は最適化された電気的にポンピングされる短波長のＶＣＳＥＬと、最適化された光ポンピングされる長波長のＶＣＳＥＬを含む光学サブアセンブリを提供する。別個に最適化された２つのＶＣＳＥＬは、パッケージング工程において一体化され、長波長出力を有するデバイスを形成する。
【０００９】
構造において、本発明は、光学アセンブリとして概念化されることができ、その光学アセンブリは、短波長出力を有する、予め製作された短波長レーザーを含み、その短波長レーザーが光学アセンブリ内に配置され、短波長出力用に最適化される。光学アセンブリは、長波長レーザー出力用に最適化された予め製作された長波長レーザーも含んでおり、光学アセンブリは、予め製作された長波長レーザーを短波長レーザーの光路中に収容するように設計されており、そのため短波長レーザーの出力が長波長レーザーに印加される。この構成によれば、短波長入力ポンプから選択可能な長波長（１．３～１．５５μｍ）のレーザー出力が提供される。
【００１０】
また、本発明は、光学アセンブリを形成するための方法を提供するものとして概念化されることができ、その方法は、予め製作された短波長レーザーを光学アセンブリ中に配置するステップと、長波長レーザーを光学サブアセンブリ中に配置するステップと、長波長レーザーを収容する光学サブアセンブリを、短波長レーザーの出力がこの光学サブアセンブリへと向けられ、長波長レーザーが光ポンピングされて長波長レーザー出力を生じるように、短波長レーザーの光出力経路中に配置するステップとから成る。
【００１１】

本発明は、数多くの利点を有し、それらのいくつかを単なる例として以下に説明する。
【００１２】
本発明の利点は、短波長レーザーの設計、製造及び試験を長波長レーザーから分離することにより、それぞれのレーザーを別個に最適化することができるということである。
【００１３】
本発明の別の利点は、光学アセンブリの製造を簡略化し、かつ長波長レーザー出力を放射できることである。
【００１４】
本発明の別の利点は、２つのレーザーデバイスをウエハボンディングする必要性を排除したことである。
【００１５】
本発明の別の利点は、デバイス間の熱的相互作用を効果的に排除したことにより、短波長レーザーのバイアスや温度による長波長出力の波長の変動を低減することである。長波長レーザー共振器は、短波長レーザーからのエネルギーの吸収に関連して上昇した熱を抽出する。
【００１６】
本発明の別の利点は、長波長レーザーを短波長レーザーと共にモジュール方式でパッケージングすることができるということである。
【００１７】
本発明の別の利点は、同じ短波長の製品アセンブリを使用して、パッケージング工程の最終段階近くで、最終製品を短波長レーザーとするか、或いは長波長レーザーとするかを決定する能力を可能にすることである。長波長変換用の光学サブアセンブリが、パッケージング工程の最終段階で挿入されることができる。
【００１８】
本発明の別の利点は、デザインにおいて単純であり、大規模営業生産が容易に実現されることである。
【００１９】
本発明の他の特徴及び利点は、以下の詳細な説明及び図面を考察することにより当業者に明らかとなるであろう。これらの更なる特徴及び利点は、本発明の範囲内に包含されるように意図されている。
【００２０】
特許請求の範囲で定義される本発明は、添付図面を参照することでより良く理解されることができる。図中の構成要素は、必ずしも互いに対して一定の縮尺ではなく、むしろ本発明の原理を明確に示すことに重点が置かれている。
【００２１】
【発明の実施の形態】
本発明は、多様なレーザーデバイスを用いて実施することができるが、波長変換用の光学サブアセンブリは、短波長の垂直共振器表面発光ダイオードレーザー（ＶＣＳＥＬ）の出力を長波長レーザー出力へと変換するために特に有用である。更に、本発明は単一空間モードレーザー出力と多モードレーザー出力の両方に適用可能である。
【００２２】
まず、図面を参照すると、図１は本発明の一態様に従って構成された光学アセンブリ１０を示す断面概略図である。光学アセンブリ１０は、光学アセンブリハウジング１８を含み、このハウジングの中にＴＯパッケージ１１及び光学サブアセンブリ４０が配置されている。光学アセンブリハウジング１８は、例えば回路基板にはんだ付けされた、又は組み付けられた光学部品、或いは光ファイバケーブルを光学アセンブリ１０へと接続する光ファイバコネクタ１２を取り付けることができる光学コネクタとすることができる。
【００２３】
ＴＯパッケージ１１は、本技術分野において既知の代表的なＴＯ－４６ヘッダパッケージとすることができる。代案として、ＴＯパッケージ１１は、短波長レーザー２０を収容す

る任意の標準パッケージとすることができる。代案として、短波長レーザー２０は必ずしもＴＯパッケージ内にパッケージングされる必要は無く、光学アセンブリ１０へ直接的に取り付けられてもよい。本発明の好適な実施形態によれば、短波長レーザー２０はＶＣＳＥＬであることが好ましい。短波長レーザー２０は、独立的に、最適化され、組み立てられ、試験され、及びＴＯパッケージ１１へパッケージングされることができる。短波長レーザーの最適化には、電源（wallplug）の効率を最大化すること、及び長波長レーザーへの結合を最適化するためにビームの発散を調節することが含まれる。電源の効率は、光出力パワーとそのデバイスに入力される電力との比として定義される。電気接続１９により示されるように、短波長レーザー２０は電気的にポンピングされるか、或いは適切なレーザードライバにより駆動される。

【００２４】

光学アセンブリハウジング１８は、光学サブアセンブリ４０も含む。光学サブアセンブリ４０は、垂直共振器表面発光ダイオードレーザーとすることができる長波長レーザー３０を含む。短波長レーザー２０は好適には、約８５０～１２００ｎｍの波長の光を放射し、長波長レーザー３０は好適には、約１３００～１５５０ｎｍの波長の光を放射する。短波長レーザー２０と長波長レーザー４０との間における変換効率は、長波長レーザー４０の最適化を妨げることなく、可能な限り長波長レーザー４０の近くに短波長レーザー２０を配置することができる場合に改善されることができる。短波長レーザー２０を長波長レーザー４０の近くに配置することにより、両レーザー間におけるフォトンエネルギーの伝達が改善される。短波長レーザー２０と同様に、長波長レーザー３０は、独立的に、最適化され、組み立てられ、試験され、及び光学サブアセンブリ４０内に組み込まれることができる。長波長レーザーの最適化には、短波長レーザーから出る短波長光の吸収を最大化すること、しきい値パワーを最少化すること、出力効率を最大化すること、及び共振器を単一の、又はマルチの横モード動作に調節することが含まれる。

【００２５】

光学サブアセンブリ４０は、光学アセンブリハウジング１８中へと挿入することができ、そこから容易に取り出すことができるモジュール方式である。例えば、光学サブアセンブリ４０は、パッチンばめされることができる。代案として、光学サブアセンブリは、光学アセンブリハウジング１８中に恒久的に固定されるものであっても良い。

【００２６】

長波長レーザー３０は電気的に受動的であり、これは電気的ポンピングを必要としないことを意味する。短波長レーザー２０が長波長レーザー３０を光ポンピングする。従って、長波長レーザー３０は電気接続を必要としない。

【００２７】

短波長レーザー２０をＴＯパッケージ１１中に組み込んだ後、このＴＯパッケージ１１を光学ハウジング１８中に組み込むことができる。本発明の一態様によれば、長波長レーザー３０は別個に最適化され、光学サブアセンブリ４０中に組み込むことができる。光学サブアセンブリ４０は光学アセンブリハウジング１８中に組み込まれ、光学アセンブリ１０が完成する。

【００２８】

図示のように、短波長レーザー２０は光学サブアセンブリ４０に向けて短波長レーザー出力１４を放射する。光学サブアセンブリ４０は、任意に複数の光学素子を含み、これらについては図２を参照しつつ後述する。任意に複数の光学素子を含む場合、それらの光学素子の少なくとも１つは、短波長レーザー出力１４を長波長レーザー３０へと集束する。別の光学素子は長波長レーザー３０の長波長出力１７を光ファイバコネクタ１２へと集束する。

【００２９】

光学サブアセンブリ４０を光学アセンブリハウジング１８中に組み込む際、光学サブアセンブリ４０は、短波長レーザー出力１４が光学サブアセンブリ４０、従って長波長レーザー３０へと最適に集束され、短波長レーザー出力１４のスポットサイズにより長波長出力

の最大効率がもたらされるように、ＴＯパッケージ１１と位置合わせされるべきである。単一モードの用途の場合、短波長レーザーのスポットサイズは、長波長レーザーの単一モード出力を生じるために最適に選択される。

【００３０】

短波長レーザー２０と長波長レーザー３０との間の位置合わせ及びフォーカスは、特別に設計された機械的ガイドにより、或いは光学アセンブリハウジング１８中に光学サブアセンブリ４０を短波長レーザー２０に対して精密に配置できる他の態様により実現することができる。光学サブアセンブリ４０は光学アセンブリハウジング１８中で同一直線上に配置される。任意の光学素子（図４を参照しつつ後述する）は、長波長レーザー３０を収容した光学サブアセンブリ４０へと短波長出力１４を集束するための能力を改善することができる。光学サブアセンブリ４０は、短波長レーザー出力１４が長波長レーザー３０上で所望のスポットサイズに集束されるように、取り付けられる。光学サブアセンブリ４０は、光学アセンブリハウジング１８中に、接着され、又ははんだ付けされ、或いはリテーナリング等を使って機械的に保持されることができる。代案として、光学サブアセンブリ４０を着脱可能に光学アセンブリハウジング１８中に取り付けることもできる。

【００３１】

短波長レーザー出力１４は長波長レーザー３０により吸収され、これにより長波長レーザー３０がその中の吸収層において電子・正孔対を生成する。電子・正孔対は長波長レーザー３０の活性領域へと注がれ、ここでこれらの電子・正孔対が再結合し、より長い波長の光が長波長レーザー出力１７として放射される。光通信の場合、長波長レーザー出力１７は、光ファイバへと効率的に集束されることができる単一周波数出力が生じるように、単一縦モード、単一空間モードであることが好ましい。代案として、他の用途の場合、長波長レーザー出力は多モードとすることができる。

【００３２】

次に図２を参照すると、これは、図１の短波長レーザー２０を示す簡易断面図である。短波長レーザー２０は一般的に、基板２２上に位置する第一のミラー２４と、活性層２６と、第二のミラー２７と、電気接触部２１、２８とを含む。２つのミラー２４、２７は、本技術分野で既知のように、屈折率の交互の値の層を有する構造を作成するために、交互の組成値を有するアルミニウムガリウム砒素（ＡｌＧａＡｓ）合金の複数の層から構成されることができる。層の屈折率が高い値から低い値へと、或いは低い値から高い値へと変化するように、合金の組成が層ごとに変化する。このような層状ミラー２４、２７は、時としてブラッグミラー、又は分布ブラッグリフレクタ（ＤＢＲ）とも呼ばれている。ミラーの反射率は、高屈折率層と低屈折率層の比及び層数により決まる。このようなミラーの低屈折率層と高屈折率層の各々の厚さは、λ／４ｎ（又はその奇数倍）であり、ここでλはレーザーが放射するように設計された光の真空下の波長であり、ｎは材料の屈折率である。λ／４ｎの任意の奇数倍を使用しても良いことは言うまでもない。例えば、３λ／４ｎ、又は５λ／４ｎの材料の厚さを用いることができる。図２に示した短波長のＶＣＳＥＬ２０の代表的な材料の選択肢は、２つの異なる組成を有するアルミニウムガリウム砒素であり、この理由は屈折率がアルミニウムの組成で変化するからである。好適な実施形態おいて、ＤＢＲ２４は最高反射率（９９．９％付近）を有しており、これは光が基板２２から反対側に放射されるからである。

【００３３】

活性層２６はＤＢＲ２４上に形成される。活性層２６は、ガリウム砒素（ＧａＡｓ）、アルミニウムガリウム砒素（ＡｌＧａＡｓ）、インジウムガリウム砒素（ＩｎＧａＡｓ）又はアルミニウムインジウムガリウム砒素（ＡｌＩｎＧａＡｓ）の層からなり、例えば複数の量子井戸を形成している。

【００３４】

出力ＤＢＲ２７は活性層２６上に成長される。これもアルミニウムガリウム砒素の複数層からなるが、ＤＢＲ２７は通常、出力ミラーに必要とされるより低い反射率を提供するように、より少ない数の層を有する。ＤＢＲ２７の反射率は、最高のレーザー速度及び効率

のために最適化される。光出力１４は短波長レーザー２０の光出力を示す。この光はＤＢＲ２７を介して光出力１４によって示された方向に放射されるため、ＤＢＲ２７はＤＢＲ２４よりも透過性が高い。当業者には既知のように、ＤＢＲミラー２４、２７は低抵抗となるように、従って電流が活性領域２６へと流れるように、設計されてドーピングされている。

【００３５】

電極２１は基板２２に付けられ、電極２８は活性領域２６に付けられる。電極２１及び電極２８間に流れる電流が、活性領域２６を電気的にポンピングし、結果として所望の短波長出力１４が生じる。言うまでもないが、ここでは短波長レーザー２０の主要部分に限って説明しており、上記の説明は短波長レーザーを開発するための技術の一例にしか過ぎない。多くの他の技術を用いることができ、それらも本発明の範囲に含まれる。

【００３６】

図３は、図１の長波長レーザー３０を示す簡易断面図である。長波長レーザー３０は２つのミラー３４、３７を含み、これらの間に活性層３６が位置している。長波長レーザー３０の２つのミラーは、短波長のＶＣＳＥＬ２０のミラー２４及び２７と同様の構成で、交互の屈折率の値を有する複数の層から構成されている。これら２つのミラー３４、３７及び活性層３６により形成されるレーザー３０のレーザー共振器は、１３００ｎｍ～１６００ｎｍ範囲でより長い波長に調整されている。ミラー３４、３７の材料の選択肢には、アルミニウムインジウムガリウム砒素合金（ＡｌＩｎＧａＡｓ）、アルミニウムガリウム砒素アンチモン合金（ＡｌＧａＡｓＳｂ）、又はインジウム燐（ＩｎＰ）に格子整合したインジウムガリウム砒素燐（ＩｎＧａＡｓＰ）の合金等の半導体が含まれる。電流がミラー３４及び３７を通過することは無いため、これらは無作為にドーピングされた半導体層で構成することができる。通常は、所望のドーパント（亜鉛又はシリコン）を有するガスが、半導体の成長に必要な他のガスと共に導入される。無作為にドーピングするということは、半導体の成長時にドーパント種が導入されないことを意味する。無作為にドーピングされた半導体は高い抵抗とより低い自由キャリア吸収を呈する。これにより自由キャリア吸収に起因する吸収（半導体にドーピングすることにより生じる）が排除されるため、極めて損失の低いミラーを可能にする。ＤＢＲ３７は、二酸化珪素、二酸化チタン、五酸化タンタル、及び類似の材料等のアモルファス誘電体の組合せを使っても実現されることができる。アモルファス誘電体を使用した場合、その高屈折率材料と低屈折率材料との間の屈折率比がより大きいため、一般的にこのミラーは半導体合金の組合せよりも少ない数の層で同等の屈折率を達成する。

【００３７】

活性層３６がＤＢＲ３４上に成長される。活性層３６は、例えばインジウムガリウム砒素燐（ＩｎＧａＡｓＰ）及びインジウム燐（ＩｎＰ）又はアルミニウムインジウムガリウム燐（ＡｌＩｎＧａＡｓ）の交互の層から成り、複数の量子井戸を形成している。材料の選択及びその組成は、素子の所望の出力波長に応じて変えることができる。窒化インジウムガリウム砒素（ＩｎＧａＡｓＮ）やガリウム砒素アンチモン合金（ＧａＡｓＳｂ）等、ガリウム砒素（ＧａＡｓ）基板に格子整合する、適切な活性層の他の選択肢も使用することができる。ＧａＡｓ上に成長させた活性層には、アルミニウムガリウム砒素（ＡｌＧａＡｓ）合金を使用して、それらの高い屈折率比（index contrast）から得られる反射性のより高いミラーを用いることもできる。

【００３８】

ＤＢＲ３７が活性層３６上に成長される。ＤＢＲ３７はＤＢＲ３４と同様の構造である。光出力１７は長波長レーザー３０の光出力を示す。ＤＢＲ３７はＤＢＲ３４よりも低い反射性であるが、これは光がＤＢＲ３７を通過して光出力１７により示される方向に放射されるためである。長波長共振器の作成においては、活性層３６を半導体又は誘電体ミラーのいずれかにウエハボンディングすること、或いは基板に孔をエッチングして誘電体ＤＢＲミラーを活性層の両側に堆積して光学共振器を形成すること等、他の手段を実施することもできる。

【００３９】
長波長レーザー３０は、短波長レーザー２０から出る短波長光１４により光ポンピングされ、長波長の光出力１７を放射する。長波長レーザー共振器は、そこに入射する短波長光１４を吸収して長波長光１７を放射するように設計されている。これは、短波長光を十分に吸収するように活性層３６を設計し、活性層３６により吸収される短波長光１４を長波長共振器へと伝達するようにミラー３４を設計することにより達成される。必ずしも必要ではないが、出力ミラー３７は、短波長光を共振器へと反射して戻し、短波長光が活性層３６で更に吸収されるように、そして長波長レーザー出力１７中に短波長放射しないように設計されることができる。２つのミラー３４、３７は長波長放射に関して低しきい値、及び高効率を提供するために、長波長光に対しては高い反射率でなければならない。

【００４０】
留意すべきは、長波長レーザーのどちら側をポンピングし、どちら側から長波長光を放射するかに関して、その配向が任意であるということである。即ち、長波長レーザーは、図３に示すように基板側からポンピングされても、その反対側からポンピングされてもよい。同様に、長波長の光出力もいずれの側から取り出されてもよい。これらの変形態様が本発明の範囲内に含まれることは、当業者には明らかであろう。

【００４１】
図４は、図１の光学サブアセンブリ４０を示す断面概略図である。光学サブアセンブリ４０は、長波長レーザー３０を収容する光学サブアセンブリハウジング４８を含む。必ずしもそうである必要はないが、長波長レーザー３０は、その表面に短波長レーザー出力１４の吸収により生じた熱の放散を助けるための放熱メタライゼーションパターンを含むことができる。好適には、長波長レーザー３０は、熱伝導性の接着剤によりハウジング４８中に固定されるか、或いは長波長レーザー３０をハウジング４８へとはんだ付けするために使用できるメタライズ接触部を含む。これにより、長波長レーザー３０中で生じた熱を、ハウジング４８を介して取り出すことができる。

【００４２】
図４に示したように、光学サブアセンブリ４０は、任意に第一の光学素子４１及び第二の光学素子４２を含む。第一の光学素子４１は、短波長レーザー２０（図１）からの短波長レーザー出力１４を図示のように長波長レーザー３０上へ集束する。短波長レーザー光１４は、長波長レーザー３０の最低しきい値パワーと最高出力効率に最適化されたスポットサイズで、長波長レーザー３０上へ集束される。アセンブリにおける光学素子４１及び４２の存在は、任意であり、これらを用いて短波長レーザー２０と、長波長レーザー３０と、長波長光１７が最終的に集束させられることになる光ファイバとの間で光の相互結合を改善することができる。

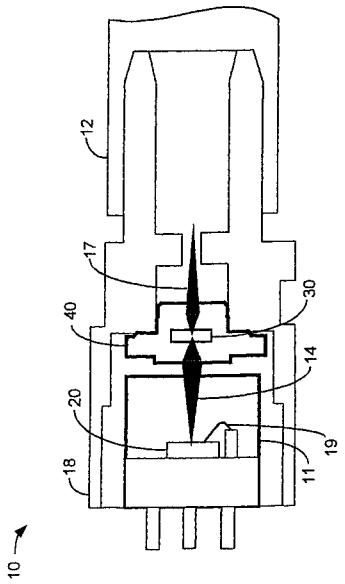
【００４３】
短波長レーザー光１４は、長波長レーザー３０により吸収され、ここで電子・正孔対が発生する。これらの電子・正孔対は再結合し、長波長レーザー３０の共振器が最大利得を有する、より長い波長の光が生成される。この光は、長波長レーザー光１７として長波長レーザー４０から第二の光学素子４２（用いている場合）に向けて放射される。第二の光学素子４２は、長波長レーザー光１７の集束を助け、長波長の光出力１７のスポットサイズを最少化することを助ける。長波長の光出力１７は、例えば、光ファイバ通信システムを介した伝送用の光ファイバに接続される光ファイバコネクタ１２（図１）へと集束される。

【００４４】
短波長レーザー２０と光学的に通じた状態で光学サブアセンブリ４０を光学アセンブリハウジング１８中に配置するという能力により、各レーザーデバイスが別個に最適化され、パッケージングされ、試験されることができ、そして最も重要な点として、別個の用途に使用できる。短波長出力が望まれる場合、短波長アセンブリ（ＴＯパッケージ）１１のみを使用することができる。長波長出力が望まれる場合、光学サブアセンブリ４０を光学アセンブリ１０内に組み合わせて長波長の光出力を提供する。

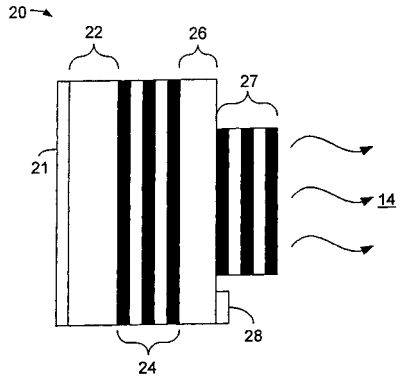
【００４５】
長波長光学サブアセンブリ３０は、短波長レーザー２０の光出力経路上に配置されるようにレーザーアセンブリ１０中へと挿入可能な、独立した光学素子として製造されることができる。長波長レーザー３０の長波長出力１７は、当業者には既知のコネクタガイドによりその近くに導かれた光ファイバへと結合する。短波長レーザー出力は長波長レーザーを光ポンピングし、長波長レーザーは光をファイバへ放射する。
【００４６】
上述した本発明の好適な実施形態に対して、本発明の原理から実質的に逸脱することなく様々な修正及び変更を行うことが可能であるということは、当業者には明らかであろう。例えば、本発明は様々な特性を持つレーザーデバイスを合体させるために利用することができる。このような修正及び変更の全ては、特許請求の範囲に定義されたような本発明の範囲に包含されるように意図されている。
【００４７】
以下においては、本発明の種々の構成要件の組み合わせからなる例示的な実施態様を示す。
１．ハウジング（18）と、
前記ハウジング（18）中に配置され、短波長レーザー出力（14）用に最適化され、予め製作された短波長レーザー（20）と、
長波長レーザー出力（17）用に最適化され、予め製作された長波長レーザー（30）と、及び
前記予め製作された長波長レーザー（30）を収容するように構成され、前記短波長レーザー（20）の前記出力（14）が前記長波長レーザー（30）に印加される位置で前記ハウジング（18）内に配置される光学サブアセンブリ（40）とからなる、光学アセンブリ（10）。
２．前記光学サブアセンブリ（40）がハウジング（18）に着脱可能に取り付けられる、上記１に記載の光学アセンブリ（10）。
３．前記短波長レーザー（20）が前記長波長レーザー（30）を光ポンピングして長波長レーザー出力（17）を発生させる、上記１に記載の光学アセンブリ（10）。
４．前記短波長レーザー出力（14）が前記長波長レーザー出力（17）から除外される、上記１に記載の光学アセンブリ（10）。
５．前記ハウジング（18）が、前記光学サブアセンブリ（40）と前記予め製作された短波長レーザー（20）とを事前に決められた位置に配置するように構成される、上記１に記載の光学アセンブリ（10）。
６．光学アセンブリ（10）を形成するための方法であって、
予め製作された短波長レーザー（20）をハウジング（18）中に配置するステップと、
長波長レーザー（30）を光学サブアセンブリ（40）中に配置するステップと、及び
前記短波長レーザー（20）の出力（14）が前記光学サブアセンブリ（40）へと向けられ、前記長波長レーザー（30）を光ポンピングして長波長レーザー出力（17）を結果として生じるように、前記長波長レーザー（30）を収容した前記光学サブアセンブリ（40）を、前記ハウジング（18）中の、前記短波長レーザー（20）の光出力経路中に配置するステップとからなる、方法。
７．前記長波長レーザー出力（17）が前記短波長レーザー出力（14）を含まない、上記６に記載の方法。
８．前記光学サブアセンブリ（40）が前記ハウジング（18）に着脱可能に取り付けられる、上記６に記載の方法。
９．前記光学サブアセンブリ（40）中に第一の光学素子（41）を含めるステップを更に含み、前記第一の光学素子（41）が前記短波長レーザー（20）の光出力経路中に配置される、上記６に記載の方法。
１０．前記短波長レーザー（20）の出力（14）を前記光学素子（41）を介して集束することにより前記長波長レーザー（30）への入力を形成するステップを更に含む、上記９に記載の方法。

【００４８】
【発明の効果】
本発明により、ウエハボンディングも光学接着剤も使用しないで２つのレーザーデバイスを結合した長波長レーザーが提供される。
【図面の簡単な説明】
【図１】本発明に従って構成された光学アセンブリを示す、断面概略図である。
【図２】図１の短波長レーザーを示す、簡易断面図である。
【図３】図１の長波長レーザーを示す、簡易断面図である。
【図４】図１の光学サブアセンブリを示す、断面概略図である。
【符号の説明】
10　光学アセンブリ
14　短波長レーザー出力
17　長波長レーザー出力
18　光学アセンブリハウジング
20　短波長レーザー
30　長波長レーザー
40　光学サブアセンブリ
41　光学素子

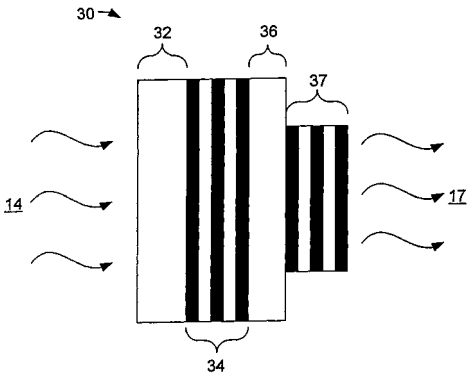
【図１】



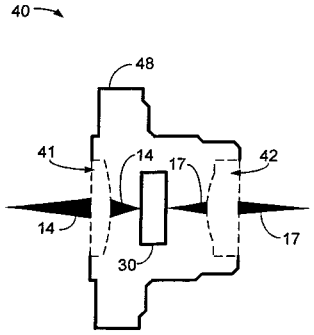
【図２】



【図３】



【図４】



フロントページの続き

(72)発明者 マイケル・アール・ティー・タン
アメリカ合衆国カリフォルニア州９４０２５，メンロ・パーク，コットン・ストリート・３１５
(72)発明者 スコット・ダブリュー・コージーン
アメリカ合衆国カリフォルニア州９４０８７，サニーベイル，イグレット・ドライブ・１３５４
(72)発明者 ダブラフコ・アイ・バビック
アメリカ合衆国カリフォルニア州９４０８６，サニーベイル，アカラネス・ドライブ・１８７
(72)発明者 アルバート・ティー・ユーエン
アメリカ合衆国カリフォルニア州９４０２４，ロスアルトス，ロス・パジャロス・コート・４６３

審査官 松崎 義邦

(56)参考文献 特開昭６３－０２７０７９（ＪＰ，Ａ）
独国特許出願公開第１９５２３２６７（ＤＥ，Ａ１）
欧州特許出願公開第０１０５４４８７（ＥＰ，Ａ１）
欧州特許出願公開第００８９２４７４（ＥＰ，Ａ１）
米国特許第０５２６５１１３（ＵＳ，Ａ）
国際公開第９６／０３２７６６（WO，Ａ１）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01S5/00-5/50