(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第4194844号
(P4194844)
(45)発行日　平成20年12月10日(2008.12.10)　(24)登録日　平成20年10月3日(2008.10.3)

(51)Int.Cl.　　F I
H01S 5/0625 (2006.01)　　H01S 5/0625
H01S 5/068 (2006.01)　　H01S 5/068

請求項の数 16　(全 10 頁)

(21)出願番号	特願2002-566808 (P2002-566808)
(86)(22)出願日	平成14年2月15日 (2002.2.15)
(65)公表番号	特表2004-523120 (P2004-523120A)
(43)公表日	平成16年7月29日 (2004.7.29)
(86)国際出願番号	PCT/GB2002/000808
(87)国際公開番号	WO2002/067392
(87)国際公開日	平成14年8月29日 (2002.8.29)
審査請求日	平成17年2月4日 (2005.2.4)
(31)優先権主張番号	0103838.9
(32)優先日	平成13年2月16日 (2001.2.16)
(33)優先権主張国	英国(GB)

(73)特許権者　503295334
ザ　ユニヴァーシティー　コート　オブ　ザ　ユニヴァーシティー　オブ　グラスゴー
イギリス，　グラスゴー　ジー１２　８キューキュー，　１０　ザ　スクエア，　ギルバート　スコット　ビルディング
(74)代理人　100090033
弁理士　荒船　博司
(74)代理人　100093045
弁理士　荒船　良男
(72)発明者　マーシュ，　ジョン，　ヘイグ
イギリス，　グラスゴー　ジー１２　０エスエヌ，　１　ベルシャウ　ガーデンズ

最終頁に続く

(54)【発明の名称】複数の光学活性領域を備える半導体レーザ

(57)【特許請求の範囲】

【請求項１】

レーザの光軸に沿って実質的に直線的な関係で配置される、複数の光学活性領域と、複数の光学受動領域と、を備える半導体広範囲レーザ装置であって、

それぞれの光学活性領域は量子井戸構造を含み、互いに隣接する光学活性領域は、それぞれ量子井戸混合された光学受動領域によって互いに一定の間隔で隔てられ、

それぞれの光学受動領域は空間モードフィルタとして働く回折領域を形成し、より高次のモードの回折損失によって実質的単一横モードの出力を選択的に生じる半導体広範囲レーザ装置。

【請求項２】

それぞれの光学活性領域は対応する電流注入領域と機能的に関係することを特徴とする請求項１に記載の半導体レーザ装置。

【請求項３】

前記電流注入領域は、前記装置の表面上で互いに実質的に直線的な関係で配置されることを特徴とする請求項２に記載の半導体レーザ装置。

【請求項４】

前記電流注入領域は、隣接領域に対し実質的に間隔をあけられていることを特徴とする請求項２又は３に記載の半導体レーザ装置。

【請求項５】

前記複数の電流注入領域の最初領域及び最終領域はそれぞれ前記装置の第１及び第２の

端から離されていることを特徴とする請求項３又は４に記載の半導体レーザ装置。
【請求項６】
前記光学活性領域は、量子井戸構造を含む活性なレーザ光放出材料を有する光学活性層内に設けられていることを特徴とする請求項２に記載の半導体レーザ装置。
【請求項７】
前記量子井戸構造は電流注入領域に対応する前記光学活性層の領域内に維持され、一方、前記電流注入領域間の光学活性層の領域は量子井戸混合されていることを特徴とする請求項６に記載の半導体レーザ装置。
【請求項８】
前記複数の電流注入領域の最初領域と前記装置の前記第１の端との間及び前記複数の電流注入領域の最終領域と前記装置の前記第２の端との間の前記光学活性層の領域は量子井戸混合されていることを特徴とする請求項６又は７に記載の半導体レーザ装置。
【請求項９】
前記複数の電流注入領域に境を接する前記光学活性層の領域は量子井戸混合されていることを特徴とする請求項７又は８に記載の半導体レーザ装置。
【請求項１０】
前記光学活性及び光学受動領域は第１の光クラッド層と第２の光クラッド層との間の光ガイド層内に設けられることを特徴とする請求項１から９のいずれか一項に記載の半導体レーザ装置。
【請求項１１】
峰部が少なくとも前記第２の光クラッド層内に形成され、前記装置の前記第１の端から前記装置の前記第２の端へ縦方向に延びることを特徴とする請求項６に記載の半導体レーザ装置。
【請求項１２】
前記量子井戸混合された領域は前記光学活性領域よりも大きな禁制帯幅を有することを特徴とする請求項１から１１のいずれか一項に記載の半導体レーザ装置。
【請求項１３】
前記装置は一体構造であり、前記装置は基板を含み、該基板上に前記第１の光クラッド層、コア層及び前記第２の光クラッド層がそれぞれ設けられることを特徴とする請求項１から１２のいずれか一項に記載の半導体レーザ装置。
【請求項１４】
前記半導体レーザ装置はIII－Ｖ族の半導体材料系で製造されることを特徴とする請求項１から１３のいずれか一項に記載の半導体レーザ装置。
【請求項１５】
前記III－Ｖ族の半導体材料系はガリウム-砒素（ＧａＡｓ）、アルミニウム-ガリウム-砒素（ＡｌＧａＡｓ）、アルミニウム-ガリウム-インジウム-燐（ＡｌＧａＩｎＰ）及びインジウム-燐（ＩｎＰ）から選ばれることを特徴とする請求項１４に記載の半導体レーザ装置。
【請求項１６】
前記第１及び第２の組成的に乱雑にされた材料は実質的にインジウム-ガリウム-砒素（ＩｎＧａＡｓ）を有することを特徴とする請求項１４に記載の半導体レーザ装置。
【発明の詳細な説明】
【技術分野】
【０００１】
本発明は半導体レーザ装置に関し、特に、限定するものではないが、単一の丸く突出する遠視野像付きの広範囲半導体レーザに関する。
【０００２】
本明細書は、２００１年１月２３日の出願中の、かつ同一の出願人による「半導体レーザにおける及びに関する改良」と題する出願番号ＧＢ　０１　０１　６４１．９に関係している。

【背景技術】
【０００３】
広範囲レーザは高パワー適用のために用いられるが、横方向モードでのフィラメント化、不安定化及び乏しい遠視野性質などの多くの問題に悩まされる。フィラメント形成についての理由は、広い縞の半導体レーザの利得部で生ずる自己焦点合わせの非線形な振る舞いに関係する。
【発明の開示】
【発明が解決しようとする課題】
【０００４】
本発明の目的は、従来技術での前述の問題を除去し又は軽減することである。
【０００５】
本発明の更なる目的は、横方向のビーム性質を犠牲にすることなく高パワー出力を発揮する広範囲半導体レーザを提供することである。
【課題を解決するための手段】
【０００６】
本発明の第１の側面によれば、レーザの光軸に沿って実質的に直線的な関係で配置される、複数の光学活性領域と、複数の光学受動領域と、を備える半導体広範囲レーザ装置であって、それぞれの光学活性領域は量子井戸構造を含み、互いに隣接する光学活性領域は、それぞれ量子井戸混合（ＱＷＩ）された光学受動領域によって互いに一定の間隔で隔てられ、それぞれの光学受動領域は空間モードフィルタとして働く回折領域を形成し、より高次のモードの回折損失によって実質的単一横モードの出力を選択的に生じる半導体広範囲レーザ装置が与えられる。
【０００７】
隣接し合う光学活性領域間の間隔部は、便宜上「分割部」と呼ばれても良い。
【０００８】
好ましくは、それぞれの光学活性領域は対応する電流注入領域と機能的に関係する。
【０００９】
好ましくは、電流注入領域は、前記装置の表面上で互いに実質的に直線的な関係で配置される。
【００１０】
好ましくは、電流注入領域は、隣接領域に対し実質的に間隔をあけられている。
【００１１】
好ましくは、複数の電流注入領域の最初領域及び最終領域はそれぞれ前記装置の第１及び第２の端から離されている。
【００１２】
好ましくは、光学活性領域は、量子井戸（ＱＷ）構造を含む活性なレーザ光放出材料を有する活性層内に設けられている。
【００１３】
好ましくは、量子井戸構造は電流注入領域に対応する光学活性層の領域内に維持され、一方、電流注入領域間の光学活性層の領域は量子井戸混合（ＱＷＩ）されている。
【００１４】
好ましくは、又、複数の電流注入領域の最初領域と前記装置の第１の端との間及び複数の電流注入領域の最終領域と前記装置の第２の端との間の光学活性層の領域は量子井戸混合（ＱＷＩ）されている。
【００１５】
好ましくは、複数の電流注入領域に境を接する光学活性層の領域は量子井戸混合（ＱＷＩ）されている。
【００１６】
好ましくは、光学活性及び受動領域は第１の(下方の)光クラッド/荷電キャリア層と第２の(上方の)光クラッド/荷電キャリア層との間のコア又はガイド層内に設けられ、ガイ

ド層は活性なレーザ光放出材料から成っても良い。

【００１７】

好ましくは、峰部が少なくとも第２の光クラッド層内に形成され、前記装置の第１の端から前記装置の第２の端へ縦方向に延びる。

【００１８】

ＱＷＩ領域は活性領域よりも大きな禁制帯幅を有しても良い。

【００１９】

それ故、ＱＷＩ領域は活性領域よりも小さな光吸収を有するだろう。

【００２０】

好ましくは、前記装置は一体構造であっても良い。

【００２１】

より好ましくは、前記装置は基板を含み、該基板上に第１の光クラッド層、コア層及び第２の光クラッド層がそれぞれ設けられても良い。

【００２２】

好ましくは、前記装置の一端又はファセット(切開面)は半導体レーザ装置の出力からなっても良い。

【００２３】

ＱＷＩはコア層内で井戸の量子井戸混合（ＱＷＩ）閉じ込めをえぐり取る（ウオッシュ・アウト）。より好ましくは、ＱＷＩは実質的に不純物無しであっても良い。ＱＷＩ領域は、「青色へシフト」されても良く、つまり、典型的には２０乃至３０ｍｅＶより大きく、より典型的には１００ｍｅＶ以上の違いの禁制帯幅が、キャリアが注入された場合の光活性領域とＱＷＩ受動領域との間に存在する。それ故、高次のモードが第１の組成上乱雑なレーザ光放出材料を通って伝播するとき高次のモードが基本モードよりも大きな回折損失を被るので、光学受動領域は空間モードフィルタとして働く。つまり、基本モードは活性領域とより大きな重なりを有し、選択的に増幅される。それ故、半導体レーザ装置は実質的に単一モードの出力を提供するように適合されても良い。

【００２４】

好ましくは、半導体レーザ装置はさらに、複数の電流注入領域に対応する装置の表面の一部分とそれぞれ接触する接触材料(金属化)の層と、基板の対向表面とを備える。接触層は、使用時、光学活性又は「利得」領域に駆動電流を与えても良い。

【００２５】

好ましくは、前記半導体レーザ装置はガリウム-砒素（ＧａＡｓ）、アルミニウム-ガリウム-砒素（ＡｌＧａＡｓ）、アルミニウム-ガリウム-インジウム-燐（ＡｌＧａＩｎＰ）などのIII－Ｖ族の材料系で製造され、それ故、実質的に６００ｎｍと１３００ｎｍとの間の波長でレーザ光を放出するであろう。第１及び第２の組成的に乱雑にされた材料は実質的にインジウム-ガリウム-砒素（ＩｎＧａＡｓ）からなっても良い。しかしながら、例えば、インジウム-燐（ＩｎＰ）などの他の材料系が用いられても良く、それ故、実質的に１２００ｎｍと１７００ｎｍとの間の波長でレーザ光を放出するであろうことは認識されるだろう。

【発明を実施するための最良の形態】

【００３７】

本発明に係る実施形態が、例示としてのみによって、添付図を参照して今説明される。

【００３８】

図１及び図２を最初に参照して、本発明の実施形態に従って、全体的に１０で示される半導体レーザ装置が図示される。

【００３９】

半導体レーザ装置１０は複数の光学活性領域２４０を備え、それぞれの光学活性領域２４０は量子井戸（ＱＷ）構造７７を含み、隣接する光学活性領域２４０は対応する光学受動領域２４５によって一定の間隔を有し、それぞれの光学受動領域２４５は量子井戸混合（ＱＷＩ）されている。光学活性領域２４０は便宜上「分割部」と名付けられる。

【００４０】
図１及び図２から分かるように、それぞれの光学活性領域２４０は対応する電流注入領域２５０と機能的に関係する。電流注入領域２５０は、装置１０の表面２５５上で互いに実質的に直線的な関係で配置される。本実施形態では、電流注入領域２５０は実質的に互いに等しい間隔で離されている。
【００４１】
また、複数の電流注入領域２５０の最初領域及び最終領域はそれぞれ装置１０の第１及び第２の端３０及び５０から離されている。
【００４２】
光学活性領域２４０は、結晶成長直後、量子井戸（ＱＷ）構造７７を含む活性なレーザ光放出材料を有する活性コア層１５内に設けられている。量子井戸（ＱＷ）構造７７は電流注入領域２５０に対応する活性コア層１５の複数領域内に維持され、一方、電流注入領域２４０間の光学活性層１５の複数領域は量子井戸混合（ＱＷＩ）されている。
【００４３】
また、複数の電流注入領域２５０の最初領域と装置１０の第１の端３０との間及び複数の電流注入領域２５０の最終領域と装置１０の第２の端５０との間の領域２６０及び２６５は量子井戸混合（ＱＷＩ）されている。
【００４４】
また、複数の電流注入領域２５０と水平方向で境を接している活性コア層１５の領域３２及び３５も量子井戸混合（ＱＷＩ）されている。
【００４５】
光学活性及び受動領域２４０及び２４５は第１及び第２の光学上クラッド層６０及び６５間に設けられるコア又はガイド層５内に設けられ、ガイド層１５は活性なレーザ光放出材料を有する。
【００４６】
変更例では、装置１０の第１の端３０から装置１０の第２の端５０へ縦方向に延びる、又は少なくともそれらの間の一部の路でリッジを有するリッジ導波路が少なくとも第２のクラッド層６５に形成されても良く、また、リッジ自体が実際に分割されていても良い。
【００４７】
ＱＷＩ領域は活性領域よりも大きな禁制帯幅（バンドギャップ）を有することは認識されるであろう。それ故、ＱＷＩ領域は活性領域よりも小さな(光)吸収を有するだろう。
【００４８】
図１の装置１０は実質的に一体構造からなり、装置１０は基板８０上に形成され、その上に、第１のクラッド層６０、コア層１５及び第２のクラッド層６５がそれぞれ成長される。
【００４９】
本実施形態では、装置１０の第２の端５０は半導体レーザ装置１０の出力部である。
【００５０】
半導体レーザ装置１０はさらに、複数の電流注入領域２５０に対応するレーザ装置１０の表面２５５の部分とそれぞれ接触する接触材料(金属化)２７０及び２７５と、基板８０の対向表面とを備える。それ故、接触層２７０及び２７５は、使用時、光学活性又は利得領域２４０に駆動電流を提供する。
【００５１】
変更例では、複数の光学活性領域２４０は装置１０の利得部を備え、利得部の幅は装置１０の長さに沿って変わる。幅は隣接する接触部２７０の幅を変えることによって変えられても良く、装置１０の出力端へ向けて先細り又は揺らいでも良い。
【００５２】
更なる変更例では、１つの光学活性領域２４０と次の光学活性領域２４０との間隔と該次の光学活性領域２４０と更なる次の光学活性領域２４０との間隔とは実質的に同じである、又は周期的に変化する、あるいは非周期的に変化する。

【００５３】
本実施形態では、半導体レーザ装置１０はアリミニウム-ガリウム-インジウム-燐（ＡｌＧａＩｎＰ）を有するIII－Ｖ族の半導体材料系で製造され、それ故、６１０ｎｍから７００ｎｍの波長領域６１０で操作されても良い。しかしながら、他の実施形態では、他のIII－Ｖ族の半導体材料系が装置の製造において使用されても良い。
【００５４】
装置１０は以下の方法に従って製造され、その方法は、
（１）第１の光クラッド層６０を基板８０の上に形成し、コア層５５を第１の光クラッド層６０の上に形成し、コア層５５は量子井戸（ＱＷ）構造７７を与えられ、第２の光クラッド層６５をコア層５５の上に形成する工程と、
（２）複数の受動領域２４５をコア層５５内に形成する工程と、
を有する。
【００５５】
工程（１）は、既知の成長技術、特に、例えば、分子ビームエピタクシ（ＭＢＥ）又は有機金属化学気相成長法（ＭＯＣＶＤ）によって、都合の良いように実行される。
【００５６】
本実施例では、受動領域２４５は、不純物無しの空孔を生み出すことを備える量子井戸混合（ＱＷＩ）技術によって形成される。ＱＷＩ技術の好ましい実行は以下の工程：
アルゴン雰囲気内でダイオード・スパッタリング装置の使用によって、シリカ（SiO_2）などの誘電体層を、点構造欠陥を少なくとも誘電体層に隣接する材料の一部分にもたらすように、半導体レーザ装置１０の表面２５５の少なくとも一部上に堆積することと、
プラズマ強化（エンハンスト）化学気相成長法（ＰＥＣＶＤ）のような非スパッタリング技術によって、更なる誘電体層を装置１０の表面の少なくとも一部に随意に堆積することと、及び
装置１０をアニールし、それによって、ガリウムイオン又は原子を装置材料から誘電体層へ転移させること、
を有する。
【００５７】
活性コア層５５、第１の光クラッド層６０及び第２の光クラッド層６５はそれぞれおよそ３．０から３．５までの屈折率を有し、コア層５５はクラッド層６０及び６５よりも大きな屈折率を有することは認識されるであろう。
【実施例】
【００５８】
次に、改良された装置性能の例として、ＩｎＧａＡｓＰ/ＧａＡｓ材料系で製造された本発明に係る分割された利得部レーザ装置の第２の実施形態が与えられるであろう。
【００５９】
使用されたウェハー構造は，６７０ｎｍのダブル量子井戸（ＱＷ）レーザ層であって、（１１１）Ａ方向へ10^0間違って向けられた（１００）ＳｉドープされたＧａＡｓ基板上に成長された。間違って向けられたウェハーは、ＡｌＧａＩｎＰ４元素の整理が良いレーザ性能を確保するように最小化されたことを保証した。エピタキシャル層構造は表１に載せられる。レーザ光スペクトラムは次々に１．９８７Ｖの電圧で６７６ｎｍに中心を合わせられた。無限の空洞長さに対する典型的な閾値電流密度は３３０Ａｃｍ$^{-2}$である。
【００６０】

【表１】

材料	厚み	目的	ドープ剤	キャリア濃度（cm^{-3}）	層番号
GaAs	300nm	キャップ	Ｚｎ	８×１０^{18}	―――
$Ga_{0.5}In_{0.5}P$	20nm	グレーディング層	Ｚｎ	２×１０^{18}	―――
$(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$	1000nm	上方クラッド	Ｚｎ	８×１０^{17}	６５
$(Al_{0.3}Ga_{0.7})_{0.5}In_{0.5}P$	300nm	導波路コア	ドープ無し		５５
$Ga_{0.41}In_{0.59}P$	6.5nm	量子井戸	ドープ無し		５５
$(Al_{0.3}Ga_{0.7})_{0.5}In_{0.5}P$	15nm	中央障壁	ドープ無し		５５
$Ga_{0.41}In_{0.59}P$	6.5nm	量子井戸	ドープ無し		５５
$(Al_{0.3}Ga_{0.7})_{0.5}In_{0.5}P$	300nm	導波路コア	ドープ無し		５５
$(Al_{0.7}Ga_{0.3})_{0.5}In_{0.5}P$	1000nm	下方クラッド	Ｓｉ	８×１０^{17}	６０
GaAs	500nm	バッファ	Ｓｉ	３×１０^{18}	―――
GaAs		基板	Ｓｉ	２×１０^{18}	８０

【００６１】

製造手順工程は、以下のとおりである：

（イ）量子井戸混合（ＱＷＩ）に対するフォトレジスト・パターニング

（ロ）シリカ・スパッタリング

（ハ）シリカはく離（リフトオフ）

（ニ）シリカの電子ビーム蒸発

（ホ）急速熱アニーリング

（ヘ）シリカ除去

（ト）ｐ型接触金属化

（チ）薄膜化

（リ）ｎ型接触金属化

【００６２】

ＱＷＩプロセスは、３０秒間の７５０℃での急速熱アニールによって引き継がれるSiO_2の２０ｎｍのスパッタリングを含む。フォトレジスト利用のスパッタリング段階の間、活性領域を守ることによって混合プロセスの抑制が達成される。そのとき、レジスト層及び上に横たわる層はアセトンではく離により取り除かれ、続いて起こるアニールの間暴露された領域を守るために、サンプル全体が電子ビーム蒸発によって２００ｎｍ厚み層のSiO_2で塗布された。アニールした後、７７Ｋの光ルミネッセンス(発光)測定が受動領域での得られる禁制帯幅変移を決定するために使用された。図３に示されるように、受動領域は、この場合に３０ｎｍ厚みである。

【００６３】

図４は、８０μｍの開口部、１５００μｍの長さ、１００μｍ区間及び４０μｍの利得部分、並びにそれぞれの区間での６０μｍの屈折部とを有する装置の光電流特性を示す。パルス化された２００ｍＷの出力は４．５Ａで測定された。図４での挿入図は水平方向のガウス輪郭に近似する遠視野分布を示す。全てのパワーレベルに対して、遠視野角は２．６^{0}で一定に留まった（約４×屈折限界、しかし補正レンズ無し）。装置設計、変化周期の可能な使用を含む分割区間及び非周期的な分割並びに処理条件の更なる最適化により、閾値電流を減少でき、出力を増加できることが予期される。

【００６４】

前述された本発明の実施形態が例示のみによって与えられ、どのようであろうが本発明

の範囲を制限する意図がないことは、認識されるであろう。

【００６５】

例えば、利得部分は、リッジ又は埋め込まれたヘテロ構造の導波路あるいは非共鳴反射型光導波路（ＡＲＲＯＷ）のようなさまざまな導波路手段によって導かれる屈折部（インデックス）であることは、認識されるであろう。

【００６６】

また、本発明では、量子井戸混合（ＱＷＩ）技術は装置の長さに沿って禁制帯幅が拡大した受動導波路を創造するために用いられることは理解されるであろう。本発明は、量子井戸混合（ＱＷＩ）輪郭が量子井戸混合（ＱＷＩ）を用いて変更され得る量子井戸（ＱＷ）を含む全ての組成の半導体レーザ構造に関係する。本発明での量子井戸混合（ＱＷＩ）の利点は、

活性及び受動の導波路の整列と、

単純な製造手順と、

活性/受動の境界面での無視できる反射率と、

を含む。

【００６７】

最後に、本発明に係る半導体レーザ装置は、望むならば、格子（グレーティング）を伴っても良いことは、認識されるであろう。

【図面の簡単な説明】

【００６８】

【図１】１つの側から本発明の第１の実施形態に係る半導体レーザ装置の一端及び上方への単純化された概略斜視図である。

【図２】図１の半導体レーザ装置の平面図である。

【図３】本発明の第２の実施形態に係る装置の非量子井戸混合（ＱＷＩ）領域及びＱＷＩ領域に対する光ルミネッセンス・スペクトラムである。

【図４】図３の装置に対する電流に対する光出力のグラフである。

【図１】

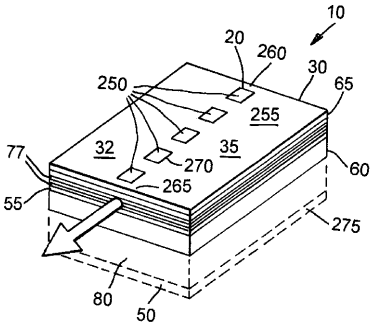


Fig.1

【図２】

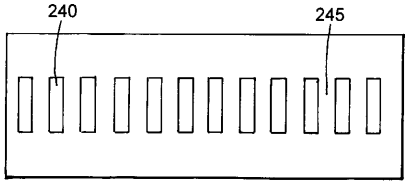
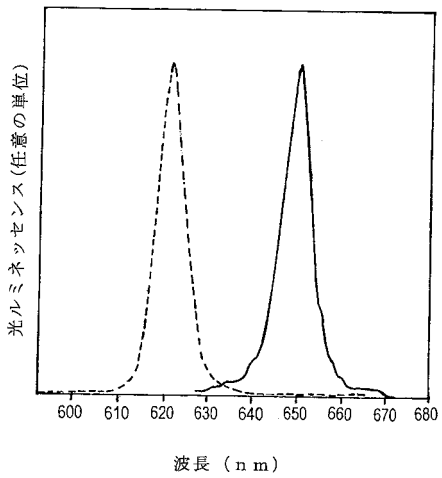
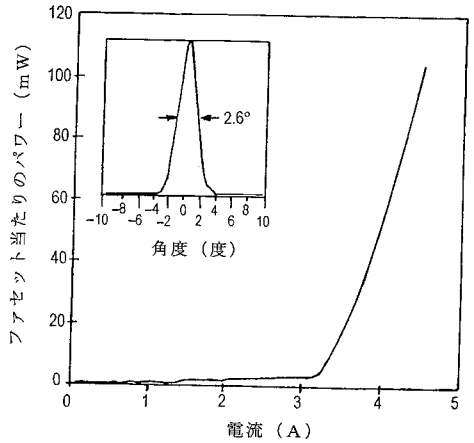


Fig.2

【図３】



【図４】



フロントページの続き

(72)発明者　キム，　シンーサン
イギリス，　グラスゴー　ジー２０　７エスビー，　ムラノ　セイント　スチューデント　ヴィレッジ，　１７　ケイスネス　ロード，　ディー３　オチル　ハウス

審査官　松崎　義邦

(56)参考文献　米国特許第０５６５７１５７（ＵＳ，Ａ）
特開昭６１－２１８１９０（ＪＰ，Ａ）
特開昭６１－０８０８８２（ＪＰ，Ａ）
特開昭６３－２６３７８８（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01S5/00-5/50