(19)日本国特許庁(JP)　(12)特　許　公　報(B2)　(11)特許番号
特許第3787376号
(P3787376)
(45)発行日　平成18年6月21日(2006.6.21)　(24)登録日　平成18年3月31日(2006.3.31)

(51)Int.Cl.　F I
H01S 5/42 (2006.01)　H01S 5/42

請求項の数 5　(全 10 頁)

(21)出願番号　特願平7-195845
(22)出願日　平成7年7月7日(1995.7.7)
(65)公開番号　特開平8-32178
(43)公開日　平成8年2月2日(1996.2.2)
審査請求日　平成14年6月25日(2002.6.25)
(31)優先権主張番号　271606
(32)優先日　平成6年7月7日(1994.7.7)
(33)優先権主張国　米国(US)

(73)特許権者　399117121
アジレント・テクノロジーズ・インク
AGILENT TECHNOLOGIES, INC.
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト　ページ・ミル・ロード　３９５
３９５ Page Mill Road
Palo Alto, California U. S. A.
(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　100105913
弁理士　加藤　公久

最終頁に続く

(54)【発明の名称】表面発光レーザ・ダイオード・アレイ

(57)【特許請求の範囲】
【請求項１】
複数のＳＥＬ（表面発光レーザ）を含む表面発光レーザアレイ（１００、２００、３００）であって、
光の通過に応答して、光を発生する発光層（１３０）と、
前記発光層（１３０）で発生した光を前記発光層（１３０）へ向けて反射する第１のミラー手段（１１５）と、
前記発光層（１３０）で発生した光を前記発光層へ向けて反射する第２のミラー手段（１１４）であって、前記第１のミラー手段と前記第２のミラー手段（１１４）が前記発光層（１３０）の両側に配置されるように構成された、第２のミラー手段（１１４）と、
複数の分離領域（２０２、３０１、３０２）であって、該分離領域（２０２、３０１、３０２）のそれぞれが、前記第１のミラー手段（１１５）を通って延び、前記発光層（１３０）を複数の発光領域に分割し、該発光領域のそれぞれが前記複数のＳＥＬのうちの１つに対応し、各分離領域（２０２、３０１、３０２）がトレンチを有し、該トレンチが、光の通過を妨げるとともに熱を伝達する材料で充填され、該材料がヒートシンク手段（３０３、３０４）に熱的に結合され、前記複数の発光領域のうちの１つにおいて生成された光及び熱が隣接する発光領域へ伝搬することを防止するように構成された、複数の分離領域（２０２、３０１、３０２）と
からなる表面発光レーザアレイ（１００、２００、３００）。
【請求項２】

前記ヒートシンク手段は、前記トレンチ（３０１、３０２）から熱を伝達する熱伝導層（３０３）を含む、請求項１に記載の表面発光レーザアレイ。

【請求項３】

前記第１のミラー手段（１１５）を覆う誘電体層（３０５）を更に含み、前記熱伝導層（３０３）は該誘電体層（３０５）に接触するように構成される、請求項２に記載の表面発光レーザアレイ（１００、２００、３００）。

【請求項４】

前記熱伝導層はヒートシンク（３０４）に熱的に結合される、請求項２又は請求項３に記載の表面発光レーザアレイ。

【請求項５】

複数のＳＥＬ（表面発光レーザ）を含む表面発光レーザアレイであって、

光の通過に応答して、光を発生する発光層と、

前記発光層で発生した光を前記発光層へ向けて反射する第１のミラー手段と、

前記発光層で発生した光を前記発光層へ向けて反射する第２のミラー手段であって、前記第１のミラー手段と前記第２のミラー手段が前記発光層の両側に配置されるように構成された、第２のミラー手段と、

複数の光分離領域であって、該光分離領域のそれぞれが、前記第１のミラー手段を通って延び、前記発光層を複数の領域に分割し、該領域のそれぞれが前記複数のＳＥＬのうちの１つに対応し、前記光分離領域のそれぞれが、前記発光層の前記複数の領域のうちの１つで発生した光が隣接する領域へと伝搬するのを防止するように構成された、複数の光分離領域と

からなり、前記第１のミラー手段は複数の層を含むブラッグ・ミラーからなり、該複数の層において隣接する層は異なる屈折率を有し、前記複数の光分離領域のうちの１つは前記第１のミラー手段の一領域からなり、該領域において前記層は同じ屈折率を有する、表面発光レーザアレイ。

【発明の詳細な説明】

【０００１】

【産業上の利用分野】

本発明は、レーザに関するものであり、とりわけ、表面発光レーザ・ダイオード・アレイにおける個々のこうしたダイオードを分離するための改良式方法に関するものである。

【０００２】

【従来の技術】

半導体レーザ・ダイオードは、本来、半導体ウェーハの表面と平行なダイオード構造が得られるような方法で製造されていた。この構造の場合、光は、構造のエッジから放出されるので、光は、やはり、半導体ウェーハの表面に対して平行に放出された。あいにく、この構造は、２次元レーザ・ダイオード・アレイのコスト的に有効な製造には向いていない。

【０００３】

第２クラスのレーザ・ダイオードは、レーザ構造が、半導体ウェーハの表面に対して垂直となり、光が表面に対して垂直に放出されるように製造される。これらのレーザ・ダイオードは、一般に、表面発光レーザ（ＳＥＬ）として既知のところである。該レーザは、ディスプレイ、光源、光学スキャナ、及び、光学スキャナ用データ・リンクのためのレーザ・アレイの製造により適している。

【０００４】

稠密レーザ・ダイオード・アレイの場合、熱的及び光学的分離は、重大な問題になる可能性がある。ＳＥＬは、一般に、２つのミラー領域間に発光層を挟み込んで製造される。各ミラー領域は、屈折率の異なる層を交互に設けて、ブラッグ層を形成することによって、構成される。こうしたＳＥＬアレイの場合、個々のＳＥＬは、共通の発光層とミラー層から構成される。個々のＳＥＬの位置は、共通層の製造後に導入される、個々の電極及び注入領域によって決まる。発光層に隣接したブラッグ・ミラーの層は、ＳＥＬの１つに発生

した光を隣接するＳＥＬに運ぶ光パイプの働きをすることが可能である。この結合は、そのセル内にＳＥＬの１つと、ＳＥＬの光出力についてモニタを行う対応するフォトダイオードを備えた、セル・アレイの場合、とりわけ厄介である。この場合、フォトダイオードは、隣接セルのＳＥＬからの光と、そのセルのＳＥＬによって生じた光を区別することができない。従って、隣接セルから漏れる光によって、間違ったモニタ信号を発生する可能性がある。ＳＥＬの１つからの光が別のＳＥＬに結合すると、受光ＳＥＬの性能が劣化する可能性もある。

【０００５】

個々のＳＥＬにおいて生じるパワーは、隣接するＳＥＬの温度を上昇させるのに十分なものになる可能性がある。個々のＳＥＬの特性は、温度によって変動するので、ＳＥＬは、できる限り、光学的にも、熱的にも分離するのが有利である。さらに、個々のＳＥＬから熱を取り除いて、アレイ全体の温度が、許容できないレベルに達するのを防ぐための手段を設けるのが有効である。

【０００６】

【発明が解決しようとする課題】

一般に、本発明の目的は、改良形ＳＥＬアレイを提供することにある。

【０００７】

本発明のもう１つの目的は、個々のＳＥＬが光学的に分離された、ＳＥＬアレイを提供することにある。

【０００８】

本発明のさらにもう１つの目的は、個々のＳＥＬが熱的に分離された、ＳＥＬアレイを提供することにある。

【０００９】

本発明のさらにもう１つの目的は、個々のＳＥＬによって生じる熱がアレイから取り除かれる、ＳＥＬアレイを提供することにある。

【００１０】

本発明の以上の及びその他の目的については、下記の本発明に関する詳細な説明及び添付の図面から、当該技術の熟練者には明らかになるであろう。

【００１１】

【課題を解決するための手段】

本発明は、発光層と、発光層を挟む第１と第２のミラー層から構成されるＳＥＬアレイである。第１と第２のミラーは、発光層から生じた光を発光層に向かって反射する。第１のミラーには、それぞれ、第１のミラーを通って延びる、複数の光分離領域が含まれている。光分離領域は、発光層を複数の領域に分割する。こうした各領域は、ＳＥＬの１つに対応する。各光分離領域は、発光領域の１つにおいて生じた光が、近傍の発光領域内に伝搬するのを阻止するように配置される。本発明の実施例の１つでは、光分離領域は、ＳＥＬアレイの表面から第１のミラーを通って延びるトレンチ（溝）を設けることによって、構成される。トレンチには、吸光材料を充填することができる。また、トレンチには、熱伝導材料を充填して、ＳＥＬによって生じる熱に対する改良式熱放散経路を形成することも可能である。光分離領域は、ＳＥＬ間にイオン注入領域を設けることによって、または、ＳＥＬ間の領域においてミラーの１つを不規則化することによって形成することも可能である。

【００１２】

【実施例】

本発明は、従来のＳＥＬ１０の断面図である図１を参照することによって、より理解がしやすくなる。ＳＥＬの構成は、レーザ技術の熟練者にとって周知のところであるため、ここでは、詳述しない。この論考のためには、ＳＥＬ１０が、上部ミラー領域１８、発光領域１４、及び、底部ミラー領域１９を備えた、ｐ－ｉ－ｎダイオードとみなすことができるという点に言及すれば十分である。これらの領域は、基板１２上に構成される。電極２２と２７の間には、電力が加えられる。エピタキシャル成長によって、各種層が形成され

る。
【００１３】
活性領域は、一般に、それぞれ、スペーサ１５及び１６によって、ミラー領域１８及び１９から隔てられた、ＩｎＧａＡｓ、ＧａＡｓ、ＡｌＧａＡｓ、または、ＩｎＡｌＧａＡｓによる１つ以上の量子井戸から構成される。材料の選択は、ＳＥＬによって放出される光の所望の波長によって決まる。さらに、バルク活性領域に基づく装置が、当該技術において既知のところである。この層１４は、ｐ－ｉ－ｎダイオードに順バイアスを加えることによって生じる電子及びホールの再結合を介した、自然放出及び誘発放出によって光を発生する発光層とみなすことが可能である。
【００１４】
ミラー領域は、２０及び２１を典型的な例とする、交番層から構成される。これらの層は、屈折率が異なる。各層の厚さは、光の四分の一波長となるように選択される。このスタックが、ブラッグ・ミラーを形成する。該スタックは、一般に、ＡｌＡｓ及びＧａＡｓまたはＡｌＧａＡｓの交番層から構成される。所望の反射性を得るためには、一般に、２０～３０対の層が必要とされる。上部ミラー領域１８における層は、一般に、ｐタイプ半導体となるようにドープされ、下部ミラー領域１９における層は、一般に、ｎタイプ半導体となるようにドープされる。基板１２は、ｎタイプ接触が望ましい。底部電極２７は、ｎオーム接触が望ましい。しかし、ｎ－ｉ－ｐダイオードは、ｐ基板またはｐ層を付着させた半絶縁基板に、構造を成長させることによって、形成することも可能である。
【００１５】
電極２２と２７の間の電流の流れは、領域２５及び２６を注入して、該領域を抵抗率の大きい領域に変換することによって、領域２４に限定される。これは、一般に、水素イオンの注入によって実施される。
【００１６】
留意すべきは、ＳＥＬ１０は、図１の縮尺率で示されていないということである。すなわち、ミラー領域及び活性領域は、図面において見やすくするため、拡大されている。実際には、領域１２の厚さは、一般に、ミラー及び活性領域の約１０μｍに対して、１５０μｍである。上部電極２２のウインドウ３０は、直径が約１０μｍであり、底部電極２７は、基板底部をカバーしている。
【００１７】
本発明によるＳＥＬアレイは、最初に、基板上に、底部ミラー領域、活性領域、及び、上部ミラー領域を構成する層を付着させ、次に、これらの層を個々のＳＥＬに分割することによって、構成することが可能である。図２は、このやり方で形成されたＳＥＬアレイの透視図である。アレイは、基板１２上に形成され、さらに、ＳＥＬ１０４を典型的な例とする、個々のＳＥＬに分割される。
【００１８】
次に、図２に示されたライン１０１－１０２に沿ったアレイ１００の断面図である、図３を参照する。アレイ１００は、底部ミラー領域１１４、活性領域１３０、及び、上部ミラー領域１１５から構成される。基板１１２上に、これらの領域を形成してから、上部ミラー領域１１５に注入領域１２４のような注入領域が注入される。次に、上部ミラー領域１１５の表面に、上部電極１２３が設けられる。上部電極に連係して、連続底面電極１２２を用いることによって、装置に電力が供給される。
【００１９】
電流を導くには、注入領域と、上部電極１２３の位置決めで十分であるが、これらは、電気的分離には不十分である。従来のＳＥＬアレイでは、追加注入領域を用いることによって、各種ＳＥＬが互いに電気的に分離される。しかし、この追加注入領域を設けたとしても、あるＳＥＬの活性領域に生じた光が、近傍のＳＥＬに伝搬する可能性がある。ミラー領域に対して十分な斜角をなす方向に出ていく光子が、ミラー領域１１４と１１５の間に捕獲され、この結果、近傍領域に伝搬する可能性がある。実際、上部ミラー領域と底面ミラー領域は、発光領域において斜角をなして発生する光子を捕獲する光パイプの壁面を形

成する。こうした光子が、図３に１３５で示されている。このタイプの光の伝搬を阻止するため、ＳＥＬ間には、トレンチのエッチングが施される。図３には、典型的なトレンチが１２５－１２８で示されている。これらのトレンチは、ミラー領域の間で捕獲された光を遮断して、アレイをなすＳＥＬ間における光の伝搬を阻止する。さらに詳細に後述するように、これらのトレンチを利用して、熱をアレイ外に伝導することも可能である。

【００２０】

トレンチの壁面が、十分に粗い場合、ＳＥＬの光学的分離目的には、空のトレンチでも十分かもしれない。しかし、本発明の望ましい実施例の場合、トレンチには、活性領域によって生じる波長の光を吸収する色素を混合したポリイミドから成る不透明材料のような、不透明材料が充填される。可視範囲では、ローダミン６Ｇを利用することが可能である。フォトレジストを利用して、トレンチを充填することも可能である。トレンチの充填にとって望ましい材料は、パッシベーションが得られるので、スピン・オン・ガラスである。このガラスは、色素によるドーピングが可能である。多くの場合、光の透過を妨げるには、屈折率の変化で十分である。

【００２１】

トレンチは、ヒート・パイプを形成して、アレイから熱を取り除くため、熱伝導材料を充填することが可能である。例えば、トレンチに、良好な熱伝導特性を有する誘電体材料である、炭化珪素のコーティングを施すことが可能である。金またはアルミニウムのような導電材料が、熱伝導材料として利用される場合、トレンチの壁面は、炭化珪素のような絶縁体によるコーティングを施さなければならない。図４には、充填されたトレンチの断面図が２００で示されている。トレンチ２００の壁面に誘電体層２０１を被着させてから、トレンチ２００に熱伝導材料２０２が充填される。

【００２２】

図３に示すトレンチは、光学的分離のため、両方のミラー領域を通って基板１１２内に延びるが、上部ミラー領域と底部ミラー領域の間の活性領域に捕獲される光の伝搬を阻止するには、活性領域までしか延びる必要はない。トレンチがさらに深くなると、電気的分離と光学的分離の両方が可能になるという利点がある。

【００２３】

熱伝導層またはトレースを介して、図５に示すように、各種トレンチとオフ・チップ・ヒート・シンクを接続することが可能である。図５は、２つの充填トレンチ３０１及び３０２を示すＳＥＬアレイ３００の一部に関する断面図である。トレンチは、トレンチ、及び、チップ表面からヒート・シンク３０４に熱を電導する熱伝導層３０３に接続されている。炭化珪素のような薄い誘電体層３０５を用いて、ＳＥＬの上部電極のような、アレイ３００表面における他の導電構造から熱伝導層３０３を分離することが可能である。当該技術の熟練者には明らかなように、ＳＥＬのウインドウに重なる層３０３に、ウインドウを開けて、光がＳＥＬを出ることができるようにしなければならない。

【００２４】

ＳＥＬの上部表面の十分な部分が、層３０３と接触している場合、トレンチに熱伝導材料を充填する必要はない。この場合、ＳＥＬアレイの表面に薄い誘電体層を被着させ、第２の熱伝導層によってカバーする。両方の層の上部電極及びウインドウの上に、バイアが開けられる。第２の誘電体層を利用して、熱伝導層と、上部電極との接続に利用されるメタライゼーション層との間を電気的に分離することが可能である。

【００２５】

熱伝導トレンチを必要としない場合、上述のトレンチの代わりに、光を吸収するか、あるいは、光を捕獲して、捕獲した光をアレイ外に送り出す領域を設けることによって、光学的分離を実施することが可能である。次に、２つのＳＥＬ４０１及び４０２を通る、ＳＥＬアレイ４００の一部に関する断面図である図６を参照する。上部ブラッグ・ミラー４１５の領域４４０は、ミラー層間の境界を破壊するため、不規則化されている。ミラー層間に捕獲された、活性領域で生じた光が、領域４４０に入ると、不規則化によってミラーが破壊されているので、もはや、上部ミラーによって光が反射されることはない。こうして

領域４４０に入った光は、領域４４０の側部から反射され、最終的には、４０８で示すように、ＳＥＬアレイを出ることになる。

【００２６】

領域を不規則化する方法は、当該技術において周知のところであり、従って、ここでは、詳述しない。本論述のためには、局部加熱を行うか、あるいは、領域にイオン拡散または注入を施すことによって、不規則化領域を形成することができるという点に言及すれば十分である。さらに、加熱とイオン注入または拡散の組み合わせを利用することも可能である。

【００２７】

隣接するＳＥＬ間に領域にイオン注入を行って、表面から上部ミラー領域を通って延びる吸光領域を形成することによって、光分離機能を得ることも可能である。こうした領域は、ＳＥＬアレイ外に光を導くのではなく、迷光を吸収する。イオン注入は、かなりの用量の、一般には、10^{15}イオン／cm^2を超える水素を注入して実施することが可能である。

【００２８】

当該技術の熟練者には、以上の説明及び添付の図面から本発明に対するさまざまな修正が明らかになるであろう。

【００２９】

以上、本発明の実施例について詳述したが、以下、本発明の各実施例毎に列挙する。

[例１]

光の通過に応答して、光を発生する発光層と、

前記発光層の一方の側に配置され、前記発光層において発生した光を前記発光層に向けて反射する第１のミラー手段と、

前記発光層の他方の側に配置され、前記発光層において発生した光を前記発光層に向けて反射する第２のミラー手段と、

それぞれ、前記第１のミラー手段を通って延びており、それらによって、前記発光層が複数の発光領域に分割され、それぞれが、ＳＥＬ（表面発光レーザ）の１つに対応し、それぞれ、前記発光領域の１つにおいて発生した光が、近傍の発光領域内に伝搬するのを阻止するように配置されている、複数の光分離領域から構成される、

複数のＳＥＬから構成されるＳＥＬアレイ。

[例２]

前記分離領域の１つが、前記発光層を通って延びるトレンチから成ることを特徴とする、例１に記載のＳＥＬアレイ。

[例３]

前記トレンチに、吸光材料が充填されていることを特徴とする、例２に記載のＳＥＬアレイ。

[例４]

前記トレンチに、熱伝導材料が充填されていることを特徴とする、例３に記載のＳＥＬアレイ。

[例５]

前記第１のミラーが、隣接層の屈折率が異なる、複数の層を備えたブラッグ・ミラーから構成されることと、前記光分離領域が、前記第１のミラーの、前記層が同じ屈折率を有する領域から構成されることを特徴とする、例１に記載のＳＥＬアレイ。

[例６]

前記分離領域の１つが、前記第１のミラー手段の、入射光を吸収する領域から構成されることを特徴とする、例１に記載のＳＥＬアレイ。

[例７]

さらに、前記ＳＥＬアレイの表面と接触した誘電体層と、前記誘電体層と接触した熱伝導層が設けられていることを特徴とする、例１に記載のＳＥＬアレイ。

[例８]

さらに、ヒート・シンクが設けられていることと、前記熱伝導層が、前記ヒート・シンクと熱的に接続されていることを特徴とする、例７に記載のＳＥＬアレイ。

【００３０】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明を用いることにより、個々のＳＥＬを光学的に、また、熱的に容易に分離することができる。さらに、個々のＳＥＬによって生じた熱をアレイから容易に取り除くこともできる。

【図面の簡単な説明】

【図１】従来のＳＥＬの断面図である。

【図２】本発明によるＳＥＬアレイの実施例の１つに関する透視図である。

【図３】図２に示すアレイの断面図である。

【図４】本発明による光学分離領域を形成するために用いられるトレンチの断面図である。

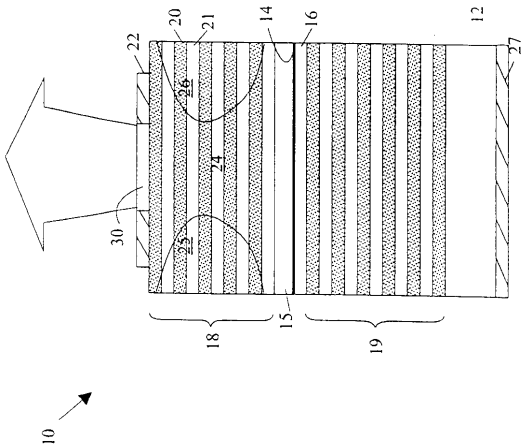
【図５】熱伝導層を利用して、ＳＥＬアレイからヒート・シンクに熱を伝達する本発明の実施例の断面図である。

【図６】本発明のもう１つの実施例の断面図である。

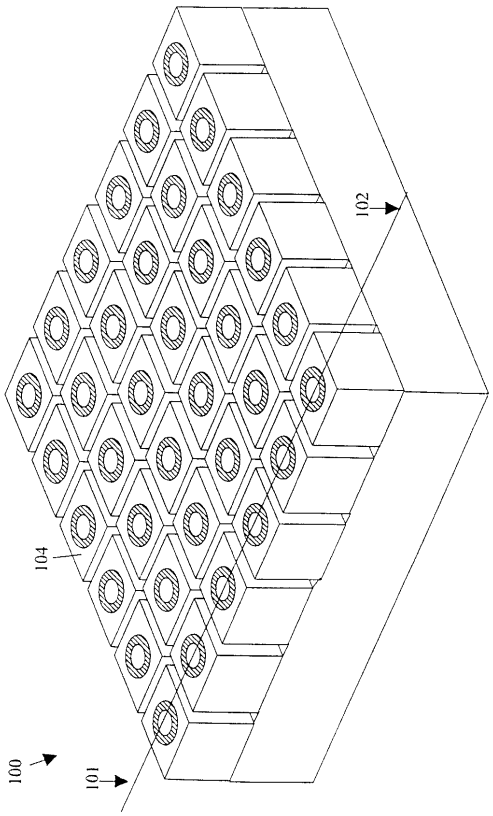
【符号の説明】

１０、１０４：ＳＥＬ
１２、１１２：基板
１４：発光領域
１５、１６：スペーサ
１８、１１５：上部ミラー領域
１９、１１４：底部ミラー領域
２２、２７：電極
３０：ウインドウ
１００：アレイ
１２２：連続底面電極
１２３：上部電極
１２４：注入領域
１２５、１２６、１２７、１２８、２００、３０１、３０２：トレンチ
１３０：活性領域
２０１、３０５：誘電体層
３０３：熱伝導層
４００：ＳＥＬアレイ
４０１、４０２：ＳＥＬ領域
４１５：上部ブラッグ・ミラー
４４０：領域

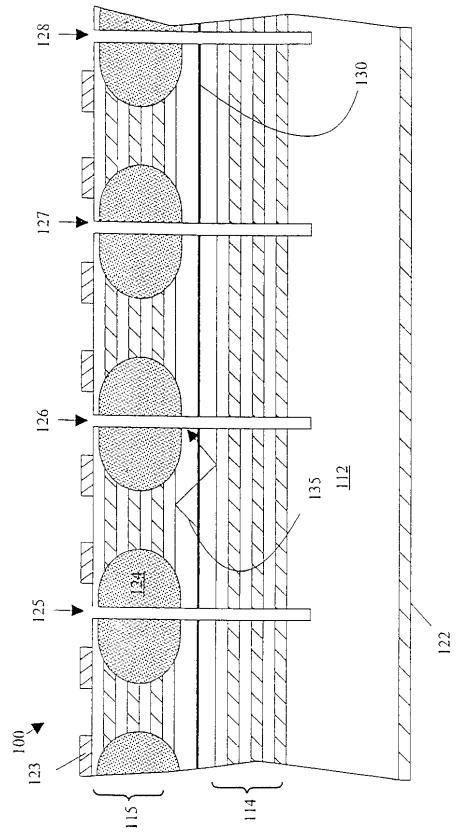
【図１】


10
12
14
15
16
18
19
20
21
22
24
25
26
27
30

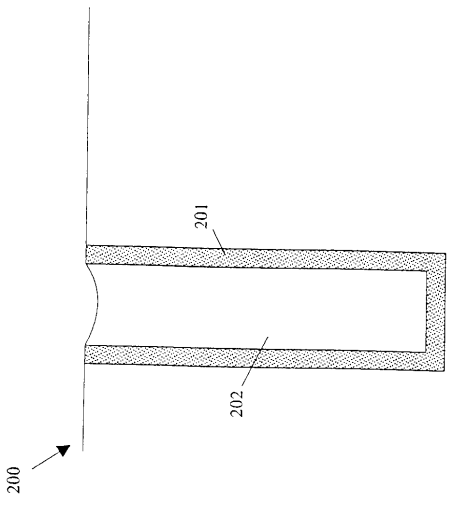
【図２】


100
101
102
104

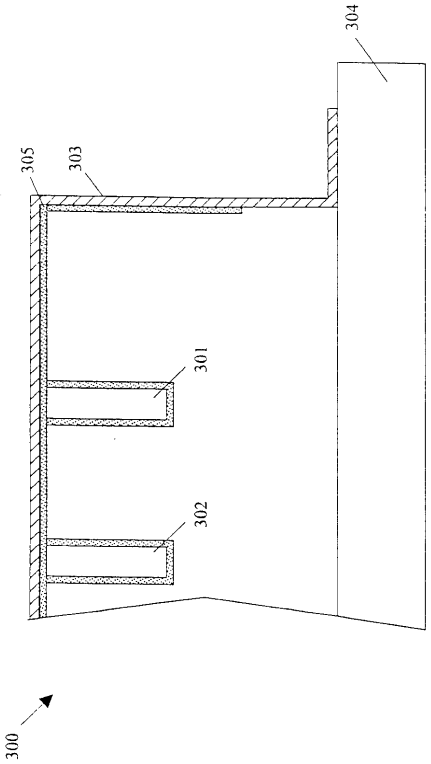
【図３】


100
112
114
115
122
123
124
125
126
127
128
130
135

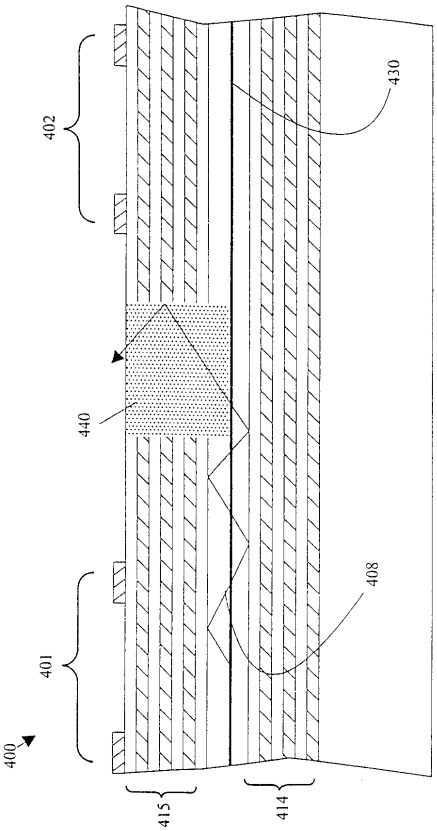
【図４】


200
201
202

【図５】



【図６】



フロントページの続き

(72)発明者 シー－ユアン・ウォン
アメリカ合衆国カリフォルニア州パロアルト、エンシナグランド７６６
(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メンロパーク、コットンストリート３１５

審査官 金高 敏康

(56)参考文献 特開平０５－２４３５５２（ＪＰ，Ａ）
特開平０３－０１１３２５（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－０５６９８６（ＪＰ，Ａ）
特開平０２－１２８４８１（ＪＰ，Ａ）

(58)調査した分野(Int.Cl.，ＤＢ名)
H01S 5/00 - 5/50
JICSTファイル(JOIS)