

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7635545号
(P7635545)

(45)発行日 令和7年2月26日(2025.2.26)

(24)登録日 令和7年2月17日(2025.2.17)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 S 5/026(2006.01)

H 0 1 S 5/026 6 5 0

G 0 3 B 21/14 (2006.01)

G 0 3 B 21/14 A Z N M

F 2 1 S 2/00 (2016.01)

F 2 1 S 2/00 3 1 1

F 2 1 V 23/00 (2015.01)

F 2 1 V 23/00 1 2 0

H 0 1 S 5/18 (2021.01)

F 2 1 V 23/00 1 6 0

請求項の数 7 (全18頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2020-210209(P2020-210209)

(22)出願日 令和2年12月18日(2020.12.18)

(65)公開番号 特開2022-96932(P2022-96932A)

(43)公開日 令和4年6月30日(2022.6.30)

審査請求日 令和5年12月12日(2023.12.12)

(73)特許権者 000002369

セイコーエプソン株式会社
東京都新宿区新宿四丁目1番6号

(74)代理人 100179475

弁理士 仲井 智至

(74)代理人 100216253

弁理士 松岡 宏紀

(74)代理人 100225901

弁理士 今村 真之

(72)発明者 野田 貴史

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ
コーエプソン株式会社内

(72)発明者 北野 洋司

長野県諏訪市大和3丁目3番5号 セイ
コーエプソン株式会社内

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 発光装置およびプロジェクター

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板と、

前記基板に設けられたトランジスターと、

前記基板に設けられた発光素子と、

前記トランジスターと前記発光素子とを電気的に接続する配線と、

を有し、

前記トランジスターは、

前記基板に設けられた第1不純物領域と、

前記基板に設けられ、前記第1不純物領域と導電型の同じ第2不純物領域と、

前記第1不純物領域と前記第2不純物領域との間の電流を制御するゲートと、

を有し、

前記発光素子は、複数の柱状部を有する積層体を有し、

複数の前記柱状部の各々は、

第1半導体層と、

前記第1半導体層と導電型の異なる第2半導体層と、

前記第1半導体層と前記第2半導体層との間に配置された発光層と、

を有し、

前記第1半導体層は、前記基板と前記発光層との間に配置され、

前記配線は、前記基板に設けられた第3不純物領域であり、

10

20

前記積層体は、前記第 3 不純物領域に配置され、
 前記第 3 不純物領域の導電型は、前記第 1 半導体層の導電型と同じであり、
 前記第 3 不純物領域は、前記第 1 半導体層と電氣的に接続され、
 前記第 3 不純物領域は、前記第 1 不純物領域と連続し、
 前記基板は、前記第 2 不純物領域の前記ゲートとは反対側に第 1 素子分離領域を有し、
 前記第 3 不純物領域の前記ゲートとは反対側に第 2 素子分離領域を有し、
 前記第 1 素子分離領域と、前記第 2 不純物領域と、前記トランジスターと、前記第 1 不
 純物領域と、前記第 2 素子分離領域と、の前記基板とは反対側に設けられる第 1 層間絶縁
 層と、
 前記第 1 層間絶縁層の基板とは反対側に設けられる第 2 層間絶縁層と、
 前記第 1 層間絶縁層に設けられた第 1 スルーホールを介して前記第 2 不純物領域と電氣
 的に接続される第 1 導電部材と、
 前記第 1 層間絶縁層に設けられた第 2 スルーホールを介して前記ゲートと電氣的に接続
 される第 2 導電部材と、
 前記第 1 層間絶縁層に設けられた第 3 スルーホールを介して前記第 1 不純物領域と電氣
 的に接続される第 3 導電部材と、
 前記第 2 層間絶縁層に設けられた第 4 スルーホールを介して前記第 1 導電部材と電氣的
 に接続される第 4 導電部材と、
 前記第 2 層間絶縁層に設けられた第 5 スルーホールを介して前記第 3 導電部材と電氣的
 に接続される第 5 導電部材と、をさらに有し、
 前記第 2 層間絶縁層は、平面視で前記積層体と重なる領域に貫通孔が設けられている、
 発光装置。

10

20

【請求項 2】

請求項 1 において、
 前記第 3 不純物領域の深さは、前記第 1 不純物領域の深さよりも大きい、発光装置。

【請求項 3】

請求項 2 において、
 前記第 1 半導体層と前記発光層との積層方向からみて、前記第 3 不純物領域の面積は、
 前記積層体の面積よりも大きい、発光装置。

【請求項 4】

請求項 1 ないし 3 のいずれか 1 項において、
 前記積層体は、前記基板と前記第 1 半導体層との間に配置された歪緩和層を有し、
 前記歪緩和層の格子定数は、前記基板の格子定数と、前記第 1 半導体層の格子定数と、
 の間の値である、発光装置。

30

【請求項 5】

請求項 1 ないし 4 のいずれか 1 項において、
 前記トランジスターを覆うパッシベーション膜を有する、発光装置。

【請求項 6】

請求項 1 ないし 5 のいずれか 1 項において、
 前記基板は、前記第 1 不純物領域と導電型の異なるウェルを有し、
 前記第 1 不純物領域、前記第 2 不純物領域、および前記第 3 不純物領域は、前記ウェル
 に設けられている、発光装置。

40

【請求項 7】

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載の発光装置を有する、プロジェクター。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光装置およびプロジェクターに関する。

【背景技術】

【0002】

50

半導体レーザーは、高輝度の次世代光源として期待されている。中でも、ナノコラムを適用した半導体レーザーは、ナノコラムによるフォトリソグラフィ結晶の効果によって、狭放射角で高出力の発光が実現できると期待されている。

【0003】

例えば特許文献1には、複数の柱状体を有する発光素子と、発光素子を駆動するトランジスターと、を同一基板に集積化させた光集積化素子が記載されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開2009-105182号公報

10

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、特許文献1では、発光素子とトランジスターとを金属配線によって電氣的に接続しているため、装置が大型化する場合がある。

【課題を解決するための手段】

【0006】

本発明に係る発光装置の一態様は、
基板と、

前記基板に設けられたトランジスターと、

20

前記基板に設けられた発光素子と、

前記トランジスターと前記発光素子とを電氣的に接続する配線と、
を有し、

前記トランジスターは、

前記基板に設けられた第1不純物領域と、

前記基板に設けられ、前記第1不純物領域と導電型の同じ第2不純物領域と、

前記第1不純物領域と前記第2不純物領域との間の電流を制御するゲートと、

を有し、

前記発光素子は、複数の柱状部を有する積層体を有し、

複数の前記柱状部の各々は、

30

第1半導体層と、

前記第1半導体層と導電型の異なる第2半導体層と、

前記第1半導体層と前記第2半導体層との間に配置された発光層と、

を有し、

前記第1半導体層は、前記基板と前記発光層との間に配置され、

前記配線は、前記基板に設けられた第3不純物領域であり、

前記積層体は、前記第3不純物領域に配置され、

前記第3不純物領域の導電型は、前記第1半導体層の導電型と同じであり、

前記第3不純物領域は、前記第1半導体層と電氣的に接続され、

前記第3不純物領域は、前記第1不純物領域と連続している。

40

【0007】

本発明に係るプロジェクターの一態様は、

前記発光装置の一態様を有する。

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本実施形態に係る発光装置を模式的に示す断面図。

【図2】本実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。

【図3】本実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。

【図4】本実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。

【図5】本実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。

50

【図 6】本実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。

【図 7】本実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。

【図 8】本実施形態に係る発光装置の製造工程を模式的に示す断面図。

【図 9】本実施形態の第 1 変形例に係る発光装置を模式的に示す断面図。

【図 10】本実施形態の第 2 変形例に係る発光装置を模式的に示す断面図。

【図 11】本実施形態に係るプロジェクターを模式的に示す図。

【発明を実施するための形態】

【0009】

以下、本発明の好適な実施形態について、図面を用いて詳細に説明する。なお、以下に説明する実施形態は、特許請求の範囲に記載された本発明の内容を不当に限定するものではない。また、以下で説明される構成の全てが本発明の必須構成要件であるとは限らない。

10

【0010】

1. 発光装置

まず、本実施形態に係る発光装置について、図面を参照しながら説明する。図 1 は、本実施形態に係る発光装置 100 を模式的に示す断面図である。

【0011】

発光装置 100 は、図 1 に示すように、例えば、基板 10 と、素子分離領域 20 と、トランジスタ 30 と、パッシベーション膜 40 と、第 1 層間絶縁膜 50 と、第 1 ピア 52 と、第 1 金属配線 54 と、第 2 層間絶縁膜 60 と、第 2 ピア 62 と、第 2 金属配線 64 と、配線 70 と、発光素子 80 と、引き出し配線 90 と、を有している。発光装置 100 は、トランジスタ 30 と発光素子 80 とを同一の基板 10 に設けたモノリシック構造を有している。

20

【0012】

基板 10 は、半導体基板である。基板 10 は、例えば、シリコン基板である。基板 10 は、p 型のシリコン基板であってもよい。

【0013】

素子分離領域 20 は、基板 10 に設けられている。素子分離領域 20 は、例えば、LOCOS (Local Oxidation of Silicon)、STI (Shallow Trench Isolation) である。素子分離領域 20 は、トランジスタ 30 および発光素子 80 と、図示せぬ他の素子と、を電氣的に分離させることができる。

30

【0014】

トランジスタ 30 は、基板 10 に設けられている。トランジスタ 30 は、CMOS (Complementary Metal Oxide Semiconductor) を構成していてもよいし、バイポーラトランジスタであってもよい。トランジスタ 30 は、発光素子 80 を駆動させるための回路を構成している。トランジスタ 30 は、第 1 不純物領域 32 と、第 2 不純物領域 34 と、ゲート 36 と、を有している。

【0015】

第 1 不純物領域 32 は、基板 10 に設けられている。第 1 不純物領域 32 は、例えば、n 型の不純物領域である。第 1 不純物領域 32 は、トランジスタ 30 のソースおよびドレインのうち的一方として機能する。

40

【0016】

第 2 不純物領域 34 は、基板 10 に設けられている。第 2 不純物領域 34 は、第 1 不純物領域 32 と離間している。第 2 不純物領域 34 の導電型は、第 1 不純物領域 32 の導電型と同じである。第 2 不純物領域 34 は、トランジスタ 30 のソースおよびドレインのうち他方として機能する。

【0017】

ゲート 36 は、基板 10 上に配置されている。ゲート 36 は、ゲート絶縁膜 37 と、ゲート電極 38 と、サイドウォール 39 と、を有している。ゲート絶縁膜 37 およびサイドウォール 39 の材質は、例えば、酸化シリコンである。ゲート電極 38 の材質は、例えば、Al、Cu、Al-Cu (Al と Cu との合金)、W、Ti である。ゲート 36 は、第

50

1 不純物領域 3 2 と第 2 不純物領域 3 4 との間の電流を制御する。

【 0 0 1 8 】

パッシベーション膜 4 0 は、トランジスター 3 0 を覆っている。図示の例では、パッシベーション膜 4 0 は、ゲート 3 6 上および不純物領域 3 2 , 3 4 上に配置されている。パッシベーション膜 4 0 は、例えば、窒化シリコン膜、酸化窒化シリコン膜、酸化シリコン膜である。

【 0 0 1 9 】

第 1 層間絶縁膜 5 0 は、トランジスター 3 0 を覆っている。第 1 層間絶縁膜 5 0 は、パッシベーション膜 4 0 を介して、基板 1 0 上に配置されている。第 1 ビア 5 2 は、第 1 層間絶縁膜 5 0 に形成されたビアホールに配置されている。第 1 ビア 5 2 は、トランジスター 3 0 に接続されている。図示の例では、第 1 ビア 5 2 は、3 つ配置され、3 つの第 1 ビア 5 2 の各々が、第 1 不純物領域 3 2、第 2 不純物領域 3 4、およびゲート 3 6 に接続されている。第 1 金属配線 5 4 は、第 1 層間絶縁膜 5 0 上に配置されている。第 1 金属配線 5 4 は、第 1 ビア 5 2 に接続されている。

10

【 0 0 2 0 】

第 2 層間絶縁膜 6 0 は、第 1 層間絶縁膜 5 0 上に配置されている。第 2 層間絶縁膜 6 0 は、第 1 金属配線 5 4 を覆っている。第 2 層間絶縁膜 6 0 には、貫通孔 6 0 a が形成されている。第 2 ビア 6 2 は、第 2 層間絶縁膜 6 0 に形成されたビアホールに配置されている。第 2 金属配線 6 4 は、第 2 層間絶縁膜 6 0 上に配置されている。第 2 金属配線 6 4 は、第 2 ビア 6 2 に接続されている。層間絶縁膜 5 0 , 6 0 の材質は、例えば、酸化シリコンである。ビア 5 2 , 6 2 および金属配線 5 4 , 6 4 の材質は、例えば、Al、Cu、Al-Cu、W、Ti である。

20

【 0 0 2 1 】

配線 7 0 は、トランジスター 3 0 と発光素子 8 0 とを電氣的に接続している。配線 7 0 は、基板 1 0 に設けられた第 3 不純物領域 7 2 である。すなわち、配線 7 0 は、基板 1 0 に設けられた第 3 不純物領域 7 2 によって構成されている拡散層配線である。第 3 不純物領域 7 2 は、例えば、n 型の不純物領域である。第 3 不純物領域 7 2 は、第 1 不純物領域 3 2 と連続している。第 1 不純物領域 3 2 と第 3 不純物領域 7 2 とは、一体に設けられている。基板 1 0 は、不純物領域 3 2 , 3 4 , 7 2 を有している。

【 0 0 2 2 】

発光素子 8 0 は、基板 1 0 に設けられている。発光素子 8 0 は、積層体 8 1 と、電極 8 9 と、を有している。発光素子 8 0 は、例えば、半導体レーザーである。積層体 8 1 は、第 3 不純物領域 7 2 に配置されている。図示の例では、積層体 8 1 は、第 3 不純物領域 7 2 上に配置されている。積層体 8 1 は、歪緩和層 8 2 と、バッファ層 8 3 と、マスク層 8 4 と、複数の柱状部 8 5 と、を有している。

30

【 0 0 2 3 】

本明細書では、積層体 8 1 の積層方向（以下、単に「積層方向」ともいう）において、発光層 8 7 を基準とした場合、発光層 8 7 から第 2 半導体層 8 8 に向かう方向を「上」とし、発光層 8 7 から第 1 半導体層 8 6 に向かう方向を「下」として説明する。また、積層方向と直交する方向を「面内方向」ともいう。また、「積層体 8 1 の積層方向」とは、柱状部 8 5 の第 1 半導体層 8 6 と発光層 8 7 との積層方向のことである。

40

【 0 0 2 4 】

歪緩和層 8 2 は、第 3 不純物領域 7 2 上に配置されている。歪緩和層 8 2 は、基板 1 0 と第 1 半導体層 8 6 との間に配置されている。歪緩和層 8 2 の格子定数は、基板 1 0 の格子定数と、柱状部 8 5 の第 1 半導体層 8 6 の格子定数と、の間の値である。歪緩和層 8 2 は、例えば、AlN 層である。歪緩和層 8 2 は、第 3 不純物領域 7 2 からの電流に対して高抵抗とならないように薄く形成されている。歪緩和層 8 2 の厚さは、例えば、3 nm 以上 500 nm 以下である。

【 0 0 2 5 】

バッファ層 8 3 は、歪緩和層 8 2 上に配置されている。バッファ層 8 3 は、例えば

50

、Siがドーピングされたn型のGaN層である。

【0026】

マスク層84は、バッファ層83上に配置されている。マスク層84は、柱状部85を形成するための層である。マスク層84は、例えば、酸化シリコン層、チタン層、酸化チタン層、酸化アルミニウム層などである。

【0027】

柱状部85は、バッファ層83上に配置されている。柱状部85は、バッファ層83から上方に突出した柱状の形状を有している。言い換えれば、柱状部85は、バッファ層83を介して基板10から上方に突出している。柱状部85は、例えば、ナノコラム、ナノワイヤー、ナノロッド、ナノピラーとも呼ばれる。柱状部85の平面形状は、例えば、正六角形などの多角形、円である。

10

【0028】

柱状部85の径は、例えば、50nm以上500nm以下である。柱状部85の径を500nm以下とすることによって、高品質な結晶の発光層87を得ることができ、かつ、発光層87に内在する歪を低減することができる。これにより、発光層87で発生する光を高い効率で増幅することができる。

【0029】

なお、「柱状部の径」とは、柱状部85の平面形状が円の場合は、直径であり、柱状部85の平面形状が円ではない形状の場合は、最小包含円の直径である。例えば、柱状部85の径は、柱状部85の平面形状が多角形の場合、該多角形を内部に含む最小の円の直径であり、柱状部85の平面形状が楕円の場合、該楕円を内部に含む最小の円の直径である。

20

【0030】

柱状部85は、複数配置されている。隣り合う柱状部85の間隔は、例えば、1nm以上500nm以下である。複数の柱状部85は、積層方向からみて、所定の方向に所定のピッチで配列されている。複数の柱状部85は、例えば、三角格子状に配置されている。なお、複数の柱状部85の配置は、特に限定されず、正方格子状に配置されていてもよい。複数の柱状部85は、フォトリソグラフィの効果を発現することができる。

【0031】

なお、「柱状部のピッチ」とは、所定の方向に沿って隣り合う柱状部85の中心間の距離である。「柱状部の中心」とは、柱状部85の平面形状が円の場合は、該円の中心であり、柱状部85の平面形状が円ではない形状の場合は、最小包含円の中心である。例えば、柱状部85の中心は、柱状部85の平面形状が多角形の場合、該多角形を内部に含む最小の円の中心であり、柱状部85の平面形状が楕円の場合、該楕円を内部に含む最小の円の中心である。

30

【0032】

柱状部85は、第1半導体層86と、発光層87と、第2半導体層88と、を有している。

【0033】

第1半導体層86は、バッファ層83上に配置されている。第1半導体層86は、基板10と発光層87との間に配置されている。第1半導体層86は、例えば、Siがドーピングされたn型のGaN層である。第3不純物領域72の導電型は、第1半導体層86の導電型と同じである。第3不純物領域72は、第1半導体層86と電気的に接続されている。第3不純物領域72は、発光層87に電流を注入するための一方の電極として機能する。

40

【0034】

発光層87は、第1半導体層86上に配置されている。発光層87は、第1半導体層86と第2半導体層88との間に配置されている。発光層87は、電流が注入されることで光を発生させる。発光層87は、不純物が意図的にドーピングされていないi型のウェル層およびバリア層を有している。ウェル層は、例えば、InGaN層である。バリア層は、例えば、GaN層である。発光層87は、ウェル層とバリア層とから構成されたMQW (Multiple Quantum Well) 構造を有している。

50

【0035】

なお、発光層87を構成するウェル層およびバリア層の数は、特に限定されない。例えば、ウェル層は、1層だけ配置されてもよく、この場合、発光層87は、SQW (Single Quantum Well) 構造を有している。

【0036】

第2半導体層88は、発光層87上に配置されている。第2半導体層88は、第1半導体層86と導電型の異なる層である。第2半導体層88は、例えば、Mgがドープされたp型のGaN層である。第1半導体層86および第2半導体層88は、発光層87に光を閉じ込める機能を有するクラッド層である。

【0037】

なお、図示はしないが、第1半導体層86と発光層87との間に、OCL (Optical Confinement Layer) が配置されていてもよい。また、発光層87と第2半導体層88との間に、EBL (Electron Blocking Layer) が配置されていてもよい。

【0038】

発光装置100では、p型の第2半導体層88、不純物がドープされていないi型の発光層87、およびn型の第1半導体層86により、pinダイオードが構成される。発光装置100では、第3不純物領域72と電極89との間に、pinダイオードの順バイアス電圧を印加すると、発光層87に電流が注入されて発光層87において電子と正孔との再結合が起こる。この再結合により発光が生じる。発光層87で発生した光は、面内方向に伝搬し、複数の柱状部85によるフォトリック結晶の効果により定在波を形成して、発光層87で利得を受けてレーザー発振する。そして、発光素子80は、+1次回折光および-1次回折光をレーザー光として、積層方向に出射する。光は、第2層間絶縁膜60に形成された貫通孔60aを通過して、出射される。貫通孔60aによって光取り出し効率を向上させることができる。なお、基板10側に向かう光は、基板10で反射された後、貫通孔60aを通過して、出射される。

【0039】

電極89は、第2半導体層88上に配置されている。電極89は、第2半導体層88と電気的に接続されている。第2半導体層88は、電極89とオーミックコンタクトしていてもよい。電極89は、発光層87に電流を注入するための他方の電極である。電極89としては、例えば、ITO (indium tin oxide) などを用いる。

【0040】

引き出し配線90は、電極89上および第1層間絶縁膜50上に配置されている。図示の例では、引き出し配線90は、第2層間絶縁膜60によって覆われている。引き出し配線90の材質は、例えば、第1金属配線54と同じである。引き出し配線90は、電極89に電流を流すための配線である。

【0041】

なお、上記では、InGaN系の発光層87について説明したが、発光層87としては、出射される光の波長に応じて、電流が注入されることで発光可能な様々な材料系を用いることができる。例えば、AlGaN系、AlGaAs系、InGaAs系、InGaAsP系、InP系、GaP系、AlGaP系などの半導体材料を用いることができる。

【0042】

また、図示はしないが、トランジスタ30と発光素子80との間に、発光素子80からの光を遮光する遮光部が配置されていてもよい。これにより、発光素子80からの光によるトランジスタ30の動作の影響を小さくすることができる。遮光部は、ビア52と同じ材質であってもよく、ビア52を形成する工程において同時に形成されてもよい。または、遮光部は、半導体層を成長させ、該半導体層に金属層を配置させることによって形成されてもよい。

【0043】

また、発光素子80は、レーザーに限らず、LED (Light Emitting Diode) であってもよい。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 4 】

発光装置 1 0 0 は、例えば、以下の作用効果を奏する。

【 0 0 4 5 】

発光装置 1 0 0 では、配線 7 0 は、基板 1 0 に設けられた第 3 不純物領域 7 2 であり、積層体 8 1 は、第 3 不純物領域 7 2 に配置され、第 3 不純物領域 7 2 の導電型は、第 1 半導体層 8 6 の導電型と同じであり、第 3 不純物領域 7 2 は、第 1 半導体層 8 6 と電氣的に接続され、第 3 不純物領域 7 2 は、第 1 不純物領域 3 2 と連続している。そのため、発光装置 1 0 0 では、トランジスターと発光素子とを電氣的に接続する配線として金属配線を用いる場合に比べて、小型化を図ることができる。例えば、金属配線を用いると配線が複雑となり、装置が大型化する場合がある。さらに、発光装置 1 0 0 では、トランジスター 3 0 と発光素子 8 0 との間に素子分離領域を設ける必要がないので、トランジスター 3 0 と発光素子 8 0 と近づけて配置させることができ、小型化を図ることができる。

10

【 0 0 4 6 】

さらに、発光装置 1 0 0 では、発光素子 8 0 は、複数の柱状部 8 5 を有するため、トランジスター 3 0 と同一基板に発光素子 8 0 が設けられても歪を極小化することができる。そのため、高効率な発光素子 8 0 を実現することができる。さらに、移載実装や基板接合のようなハイブリッド実装技術を用いないため、低コスト化を図ることができる。

【 0 0 4 7 】

発光装置 1 0 0 では、積層体 8 1 は、基板 1 0 と第 1 半導体層 8 6 との間に配置された歪緩和層 8 2 を有し、歪緩和層 8 2 の格子定数は、基板 1 0 の格子定数と、第 1 半導体層 8 6 の格子定数と、の間の値である。そのため、発光装置 1 0 0 では、歪緩和層 8 2 が配置されていない場合に比べて、第 1 半導体層 8 6 に生じる歪を低減させることができる。

20

【 0 0 4 8 】

発光装置 1 0 0 では、トランジスター 3 0 を覆うパッシベーション膜 4 0 を有する。そのため、発光装置 1 0 0 では、パッシベーション膜 4 0 が配置されていない場合に比べて、発光素子 8 0 を形成する際の熱によってトランジスター 3 0 に加わるダメージを低減させることができる。発光素子 8 0 の形成には、1 0 0 0 前後の熱を加える場合がある。

【 0 0 4 9 】

2 . 発光装置の製造方法

次に、本実施形態に係る発光装置 1 0 0 の製造方法について、図面を参照しながら説明する。図 2 ~ 図 8 は、本実施形態に係る発光装置 1 0 0 の製造工程を模式的に示す断面図である。

30

【 0 0 5 0 】

図 2 に示すように、基板 1 0 に素子分離領域 2 0 を形成する。素子分離領域 2 0 は、例えば、LOCOS法、STI法によって形成される。

【 0 0 5 1 】

次に、基板 1 0 にゲート絶縁膜 3 7 を形成する。ゲート絶縁膜 3 7 は、例えば、熱酸化法によって形成される。次に、ゲート絶縁膜 3 7 上にゲート電極 3 8 を形成する。ゲート電極 3 8 は、例えば、スパッタ法、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法、真空蒸着法によって形成される。次に、ゲート電極 3 8 の側面にサイドウォール 3 9 を形成する。サイドウォール 3 9 は、例えば、CVD法などによって酸化シリコン膜を形成し、該酸化シリコン膜をエッチバックすることによって形成される。本工程により、ゲート 3 6 を形成することができる。

40

【 0 0 5 2 】

次に、例えば、イオン注入によって、第 1 不純物領域 3 2、第 2 不純物領域 3 4、および第 3 不純物領域 7 2 を形成する。第 1 不純物領域 3 2 と第 3 不純物領域 7 2 とは、一体に形成される。本工程により、トランジスター 3 0 を形成することができる。

【 0 0 5 3 】

次に、トランジスター 3 0 を覆うように、基板 1 0 上にパッシベーション膜 4 0 を形成する。パッシベーション膜 4 0 は、例えば、スパッタ法、CVD法によって形成される。

50

【 0 0 5 4 】

図 3 に示すように、パッシベーション膜 4 0 の一部をエッチングによって除去し、除去した部分に歪緩和層 8 2 を形成する。歪緩和層 8 2 は、例えば、C V D 法、スパッタ法によって形成される。

【 0 0 5 5 】

図 4 に示すように、歪緩和層 8 2 上に、バッファ層 8 3 をエピタキシャル成長させる。エピタキシャル成長させる方法としては、例えば、M O C V D (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 法、M B E (Molecular Beam Epitaxy) 法などが挙げられる。バッファ層 8 3 は、歪緩和層 8 2 上に選択的に成長される。

【 0 0 5 6 】

図 5 に示すように、バッファ層 8 3 上にマスク層 8 4 を形成する。マスク層 8 4 は、例えば、電子ビーム蒸着法やスパッタ法などによる成膜、およびパターニングによって形成される。パターニングは、フォトリソグラフィおよびエッチングによって行われる。

【 0 0 5 7 】

次に、マスク層 8 4 をマスクとしてバッファ層 8 3 上に、第 1 半導体層 8 6、発光層 8 7、および第 2 半導体層 8 8 を、この順でエピタキシャル成長させる。エピタキシャル成長させる方法としては、例えば、M O C V D 法、M B E 法などが挙げられる。本工程により、複数の柱状部 8 5 を形成することができる。さらに、本工程により、積層体 8 1 を形成することができる。

【 0 0 5 8 】

図 6 に示すように、第 2 半導体層 8 8 上に電極 8 9 を形成する。電極 8 9 は、例えば、真空蒸着法などにより形成される。本工程により、発光素子 8 0 を形成することができる。なお、図示はしないが、発光素子 8 0 を覆うパッシベーション膜を形成してもよい。

【 0 0 5 9 】

図 7 に示すように、トランジスター 3 0 を覆うように、パッシベーション膜 4 0 上に第 1 層間絶縁膜 5 0 を形成する。第 1 層間絶縁膜 5 0 は、例えば、スピコート法によって形成される。

【 0 0 6 0 】

図 8 に示すように、第 1 層間絶縁膜 5 0 をパターニングして、ビアホールを形成し、ビアホールに第 1 ビア 5 2 を形成する。次に、第 1 ビア 5 2 上に第 1 金属配線 5 4 を形成する。さらに、電極 8 9 上に引き出し配線 9 0 を形成する。第 1 金属配線 5 4 および引き出し配線 9 0 は、同じ工程で形成される。第 1 ビア 5 2、第 1 金属配線 5 4、および引き出し配線 9 0 は、例えば、めっき法、スパッタ法、C V D 法などによって形成される。

【 0 0 6 1 】

次に、第 1 層間絶縁膜 5 0 上に第 2 層間絶縁膜 6 0 を形成する。第 2 層間絶縁膜 6 0 は、例えば、スピコート法によって形成される。

【 0 0 6 2 】

次に、第 2 層間絶縁膜 6 0 をパターニングして、ビアホールを形成し、ビアホールに第 2 ビア 6 2 を形成する。次に、第 2 ビア 6 2 上に第 2 金属配線 6 4 を形成する。第 2 ビア 6 2 および第 2 金属配線 6 4 は、例えば、めっき法、スパッタ法、C V D 法などによって形成される。

【 0 0 6 3 】

図 1 に示すように、第 2 層間絶縁膜 6 0 をパターニングして、貫通孔 6 0 a を形成する。

【 0 0 6 4 】

以上の工程により、発光装置 1 0 0 を製造することができる。

【 0 0 6 5 】

3 . 発光装置の変形例

3 . 1 . 第 1 変形例

次に、本実施形態の第 1 変形例に係る発光装置について、図面を参照しながら説明する。図 9 は、本実施形態の第 1 変形例に係る発光装置 2 0 0 を模式的に示す断面図である。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 6 】

以下、本実施形態の第 1 変形例に係る発光装置 2 0 0 において、上述した本実施形態に係る発光装置 1 0 0 の構成部材と同様の機能を有する部材については同一の符号を付し、その詳細な説明を省略する。このことは、以下に示す本実施形態の第 2 変形例に係る発光装置について同様である。

【 0 0 6 7 】

上述した発光装置 1 0 0 では、図 1 に示すように、第 1 不純物領域 3 2 の深さと第 3 不純物領域 7 2 の深さとは、互い同じであった。

【 0 0 6 8 】

これに対し、発光装置 2 0 0 では、図 9 に示すように、第 3 不純物領域 7 2 の深さ D 3 は、第 1 不純物領域 3 2 の深さ D 1 よりも大きい。深さ D 1 は、第 1 不純物領域 3 2 の積層方向の最大の大きさである。深さ D 3 は、第 3 不純物領域 7 2 の積層方向の最大の大きさである。図示の例では、第 3 不純物領域 7 2 は、深さ D 3 以外の部分を有していない。深さ D 1 は、例えば、5 0 μ m 以上 5 0 0 μ m 以下である。深さ D 3 は、例えば、1 0 0 μ m 以上 2 0 0 0 μ m 以下である。

10

【 0 0 6 9 】

積層方向からみて、第 3 不純物領域 7 2 の面積は、積層体 8 1 の面積よりも大きい。積層体 8 1 は、第 3 不純物領域 7 2 にのみ配置されている。積層体 8 1 は、第 3 不純物領域 7 2 以外の領域には、配置されていない。

【 0 0 7 0 】

第 1 不純物領域 3 2 と第 3 不純物領域 7 2 とは、異なる工程で形成される。例えば、まず、第 3 不純物領域 7 2 を形成し、その後、第 1 不純物領域 3 2 を形成する。なお、まず、第 1 不純物領域 3 2 を形成し、その後、第 3 不純物領域 7 2 を形成してもよい。

20

【 0 0 7 1 】

発光装置 2 0 0 では、第 3 不純物領域 7 2 の深さ D 3 は、第 1 不純物領域 3 2 の深さ D 1 よりも大きい。そのため、歪緩和層 8 2 の応力に伴う結晶欠陥が第 3 不純物領域 7 2 に生じたとしても、例えば深さ D 3 が深さ D 1 と同じ場合に比べて、第 1 不純物領域 3 2 の抵抗と、第 3 不純物領域 7 2 の抵抗と、の差を小さくすることができる。

【 0 0 7 2 】

発光装置 2 0 0 では、積層方向からみて、第 3 不純物領域 7 2 の面積は、積層体 8 1 の面積よりも大きい。そのため、発光装置 2 0 0 では、第 3 不純物領域 7 2 にのみ積層体 8 1 を配置させることができる。

30

【 0 0 7 3 】

3 . 2 . 第 2 変形例

次に、本実施形態の第 2 変形例に係る発光装置について、図面を参照しながら説明する。図 1 0 は、本実施形態の第 2 変形例に係る発光装置 3 0 0 を模式的に示す断面図である。

【 0 0 7 4 】

発光装置 3 0 0 では、図 1 0 に示すように、基板 1 0 がウェル 1 2 を有している点において、上述した発光装置 1 0 0 と異なる。

【 0 0 7 5 】

ウェル 1 2 の深さは、不純物領域 3 2 , 3 4 , 7 2 の深さよりも大きい。ウェル 1 2 は、第 1 不純物領域 3 2 と導電型が異なる。ウェル 1 2 は、例えば、p 型のウェルである。トランジスタ 3 0 は、ウェル 1 2 に設けられている。第 1 不純物領域 3 2 、第 2 不純物領域 3 4 、および第 3 不純物領域 7 2 は、ウェル 1 2 に設けられている。

40

【 0 0 7 6 】

ウェル 1 2 は、不純物領域 3 2 , 3 4 , 7 2 を形成する前に、例えば、イオン注入を行うことによって形成される。

【 0 0 7 7 】

発光装置 3 0 0 では、基板 1 0 は、第 1 不純物領域 3 2 と導電型の異なるウェル 1 2 を有し、第 1 不純物領域 3 2 、第 2 不純物領域 3 4 、および第 3 不純物領域 7 2 は、ウェル

50

12に設けられている。そのため、発光装置300では、ウェル12が設けられていない場合に比べて、基板10と不純物領域32, 34, 72との間の絶縁性を高めることができる。

【0078】

4. プロジェクター

次に、本実施形態に係るプロジェクターについて、図面を参照しながら説明する。図11は、本実施形態に係るプロジェクター900を模式的に示す図である。

【0079】

プロジェクター900は、例えば、光源として、発光装置100を有している。

【0080】

プロジェクター900は、図示しない筐体と、筐体内に備えられている赤色光、緑色光、青色光をそれぞれ射出する赤色光源100R、緑色光源100G、青色光源100Bとを有している。なお、便宜上、図11では、赤色光源100R、緑色光源100G、および青色光源100Bを簡略化している。

【0081】

プロジェクター900は、さらに、筐体内に備えられている、第1光学素子902Rと、第2光学素子902Gと、第3光学素子902Bと、第1光変調装置904Rと、第2光変調装置904Gと、第3光変調装置904Bと、投射装置908と、を有している。第1光変調装置904R、第2光変調装置904G、および第3光変調装置904Bは、例えば、透過型の液晶ライトバルブである。投射装置908は、例えば、投射レンズである。

【0082】

赤色光源100Rから射出された光は、第1光学素子902Rに入射する。赤色光源100Rから射出された光は、第1光学素子902Rによって集光される。なお、第1光学素子902Rは、集光以外の機能を有していてもよい。後述する第2光学素子902Gおよび第3光学素子902Bについても同様である。

【0083】

第1光学素子902Rによって集光された光は、第1光変調装置904Rに入射する。第1光変調装置904Rは、入射した光を画像情報に応じて変調させる。そして、投射装置908は、第1光変調装置904Rによって形成された像を拡大してスクリーン910に投射する。

【0084】

緑色光源100Gから射出された光は、第2光学素子902Gに入射する。緑色光源100Gから射出された光は、第2光学素子902Gによって集光される。

【0085】

第2光学素子902Gによって集光された光は、第2光変調装置904Gに入射する。第2光変調装置904Gは、入射した光を画像情報に応じて変調させる。そして、投射装置908は、第2光変調装置904Gによって形成された像を拡大してスクリーン910に投射する。

【0086】

青色光源100Bから射出された光は、第3光学素子902Bに入射する。青色光源100Bから射出された光は、第3光学素子902Bによって集光される。

【0087】

第3光学素子902Bによって集光された光は、第3光変調装置904Bに入射する。第3光変調装置904Bは、入射した光を画像情報に応じて変調させる。そして、投射装置908は、第3光変調装置904Bによって形成された像を拡大してスクリーン910に投射する。

【0088】

また、プロジェクター900は、第1光変調装置904R、第2光変調装置904G、および第3光変調装置904Bから射出された光を合成して投射装置908に導くクロス

10

20

30

40

50

ダイクロイックプリズム 906 を有することができる。

【0089】

第1光変調装置 904 R、第2光変調装置 904 G、および第3光変調装置 904 B によって変調された3つの色光は、クロスダイクロイックプリズム 906 に入射する。クロスダイクロイックプリズム 906 は、4つの直角プリズムを貼り合わせて形成され、その内面に赤色光を反射する誘電体多層膜と青色光を反射する誘電体多層膜とが配置されている。これらの誘電体多層膜によって3つの色光が合成され、カラー画像を表す光が形成される。そして、合成された光は、投射装置 908 によりスクリーン 910 上に投射され、拡大された画像が表示される。

【0090】

発光装置 100 では、発光素子 80 と、発光素子 80 を駆動させるためのトランジスタ 30 が同一基板に設けられているため、画素ごとに階調制御や ON/OFF を制御することができる。

【0091】

なお、図示はしないが、赤色光源 100 R、緑色光源 100 G、および青色光源 100 B が同一基板に設けられていてもよい。これにより、RGB 画素によるイメージャーが構成でき、駆動回路と一体となったイメージャーを形成することができる。

【0092】

また、赤色光源 100 R、緑色光源 100 G、および青色光源 100 B は、発光装置 100 を映像の画素として画像情報に応じて制御することで、第1光変調装置 904 R、第2光変調装置 904 G、および第3光変調装置 904 B を用いずに、直接的に映像を形成してもよい。そして、投射装置 908 は、赤色光源 100 R、緑色光源 100 G、および青色光源 100 B によって形成された映像を、拡大してスクリーン 910 に投射してもよい。

【0093】

また、上記の例では、光変調装置として透過型の液晶ライトバルブを用いたが、液晶以外のライトバルブを用いてもよいし、反射型のライトバルブを用いてもよい。このようなライトバルブとしては、例えば、反射型の液晶ライトバルブや、デジタルマイクロミラーデバイス (Digital Micro Mirror Device) が挙げられる。また、投射装置の構成は、使用されるライトバルブの種類によって適宜変更される。

【0094】

また、光源を、光源からの光をスクリーン上で走査させることにより、表示面に所望の大きさの画像を表示させる画像形成装置である走査手段を有するような走査型の画像表示装置の光源装置にも適用することが可能である。

【0095】

上述した実施形態に係る発光装置は、プロジェクター以外にも用いることが可能である。プロジェクター以外の用途には、例えば、スマートグラス、屋内外の照明、ディスプレイのバックライト、レーザープリンター、スキャナー、車載用ライト、光を用いるセンサー、通信機器等の光源がある。上述した実施形態に係る発光装置をセンサーとして用いる場合、異なる波長感度をもつ領域を読み出し回路 (ROIC) と同一基板に同時に形成してもよい。また、上述した実施形態に係る発光装置は、微小な発光素子をアレイ状に配置して画像表示させる LED ディスプレイの発光素子にも適用することができる。また、上述した実施形態に係る発光装置を適用した LED ディスプレイは、スマートグラスの表示装置として用いることができる。

【0096】

上述した実施形態および変形例は一例であって、これらに限定されるわけではない。例えば、各実施形態および各変形例を適宜組み合わせることも可能である。

【0097】

本発明は、実施の形態で説明した構成と実質的に同一の構成、例えば、機能、方法及び結果が同一の構成、あるいは目的及び効果が同一の構成を含む。また、本発明は、実施の

10

20

30

40

50

形態で説明した構成の本質的でない部分を置き換えた構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成と同一の作用効果を奏する構成又は同一の目的を達成することができる構成を含む。また、本発明は、実施の形態で説明した構成に公知技術を付加した構成を含む。

【0098】

上述した実施形態および変形例から以下の内容が導き出される。

【0099】

発光装置の一態様は、
 基板と、
 前記基板に設けられたトランジスターと、
 前記基板に設けられた発光素子と、
 前記トランジスターと前記発光素子とを電氣的に接続する配線と、
 を有し、
 前記トランジスターは、
 前記基板に設けられた第1不純物領域と、
 前記基板に設けられ、前記第1不純物領域と導電型の同じ第2不純物領域と、
 前記第1不純物領域と前記第2不純物領域との間の電流を制御するゲートと、
 を有し、
 前記発光素子は、複数の柱状部を有する積層体を有し、
 複数の前記柱状部の各々は、
 第1半導体層と、
 前記第1半導体層と導電型の異なる第2半導体層と、
 前記第1半導体層と前記第2半導体層との間に配置された発光層と、
 を有し、
 前記第1半導体層は、前記基板と前記発光層との間に配置され、
 前記配線は、前記基板に設けられた第3不純物領域であり、
 前記積層体は、前記第3不純物領域に配置され、
 前記第3不純物領域の導電型は、前記第1半導体層の導電型と同じであり、
 前記第3不純物領域は、前記第1半導体層と電氣的に接続され、
 前記第3不純物領域は、前記第1不純物領域と連続している。

【0100】

この発光装置によれば、トランジスターと発光素子とを電氣的に接続する配線として金属配線を用いる場合に比べて、小型化を図ることができる。

【0101】

発光装置の一態様において、
 前記第3不純物領域の深さは、前記第1不純物領域の深さよりも大きくてもよい。

【0102】

この発光装置によれば、歪緩和層の応力に伴う結晶欠陥が第3不純物領域に生じたとしても、第1不純物領域の抵抗と、第3不純物領域の抵抗と、の差を小さくすることができる。

【0103】

発光装置の一態様において、
 前記第1半導体層と前記発光層との積層方向からみて、前記第3不純物領域の面積は、前記積層体の面積よりも大きくてもよい。

【0104】

この発光装置によれば、第3不純物領域にのみ積層体を配置させることができる。

【0105】

発光装置の一態様において、
 前記積層体は、前記基板と前記第1半導体層との間に配置された歪緩和層を有し、
 前記歪緩和層の格子定数は、前記基板の格子定数と、前記第1半導体層の格子定数と、

の間の値であってもよい。

【0106】

この発光装置によれば、歪緩和層が配置されていない場合に比べて、第1半導体層に生じる歪を低減させることができる。

【0107】

発光装置の一態様において、

前記トランジスターを覆うパッシベーション膜を有してもよい。

【0108】

この発光装置によれば、パッシベーション膜が配置されていない場合に比べて、発光素子を形成する際の熱によってトランジスターに加わるダメージを低減させることができる。

【0109】

発光装置の一態様において、

前記基板は、前記第1不純物領域と導電型の異なるウェルを有し、

前記第1不純物領域、前記第2不純物領域、および前記第3不純物領域は、前記ウェルに設けられていてもよい。

【0110】

この発光装置によれば、ウェルが設けられていない場合に比べて、基板と、第1不純物領域、第2不純物領域、および第3不純物領域と、の間の絶縁性を高めることができる。

【0111】

プロジェクターの一態様は、

前記発光装置の一態様を有する。

【符号の説明】

【0112】

10...基板、12...ウェル、20...素子分離領域、30...トランジスター、32...第1不純物領域、34...第2不純物領域、36...ゲート、37...ゲート絶縁膜、38...ゲート電極、39...サイドウォール、40...パッシベーション膜、50...第1層間絶縁膜、52...第1ビア、54...第1金属配線、60...第2層間絶縁膜、60a...貫通孔、62...第2ビア、64...第2金属配線、70...配線、80...発光素子、81...積層体、82...歪緩和層、83...パuffer層、84...マスク層、85...柱状部、86...第1半導体層、87...発光層、88...第2半導体層、89...電極、90...引き出し配線、100...発光装置、100R...赤色光源、100G...緑色光源、100B...青色光源、200, 300...発光装置、900...プロジェクター、902R...第1光学素子、902G...第2光学素子、902B...第3光学素子、904R...第1光変調装置、904G...第2光変調装置、904B...第3光変調装置、906...クロスダイクロイックプリズム、908...投射装置、910...スクリーン

10

20

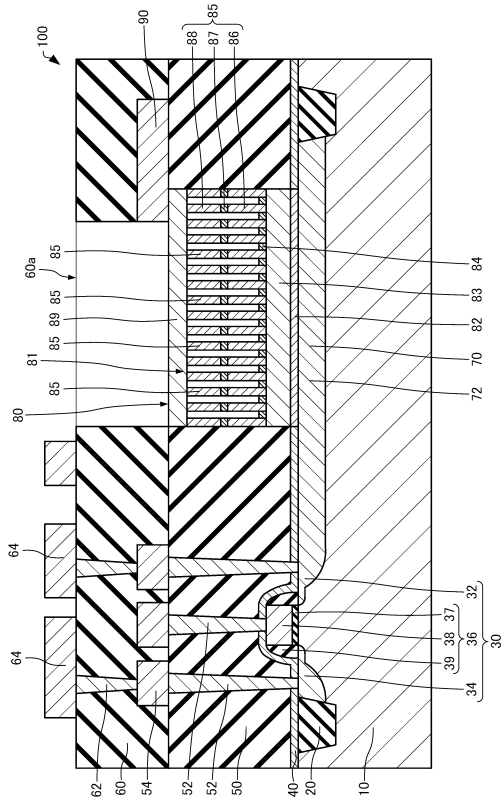
30

40

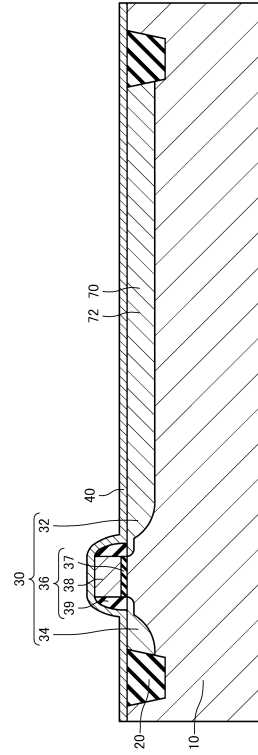
50

【図面】

【図 1】



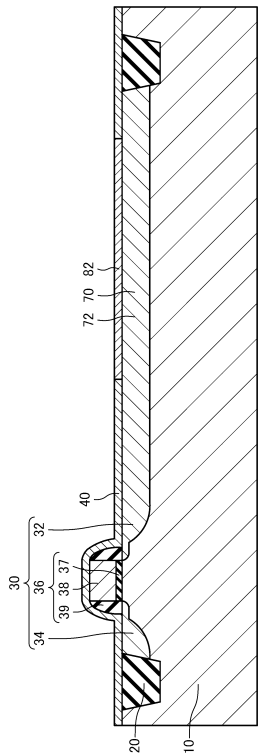
【図 2】



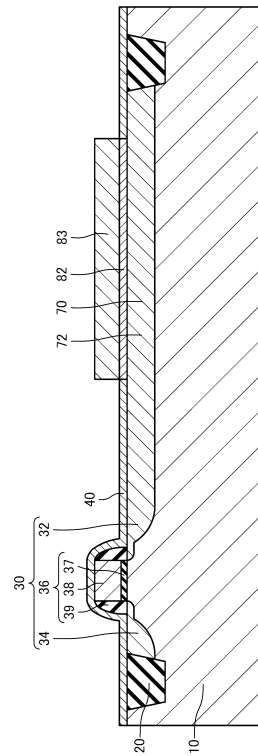
10

20

【図 3】



【図 4】

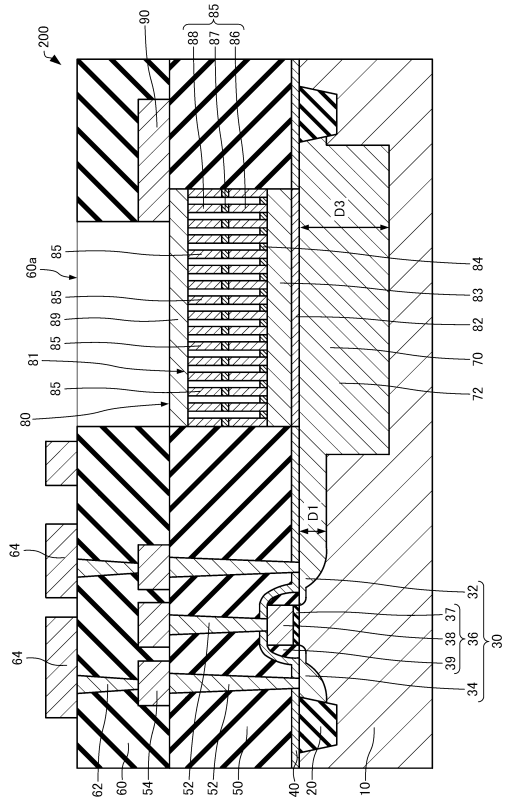


30

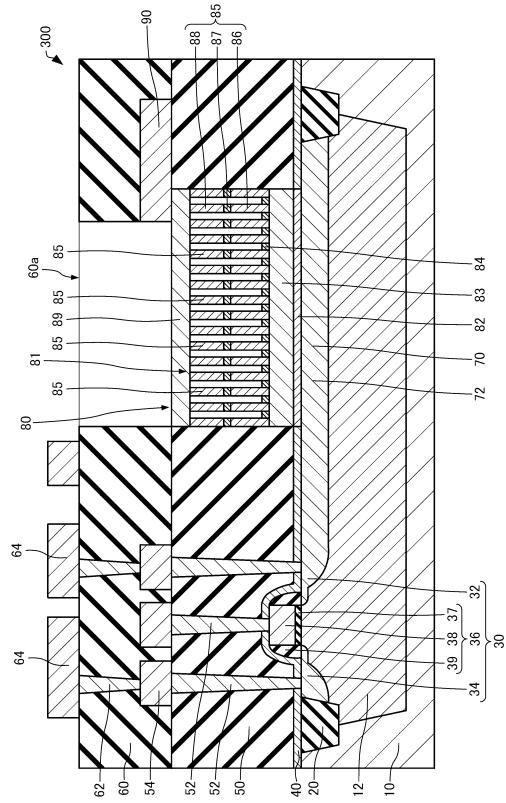
40

50

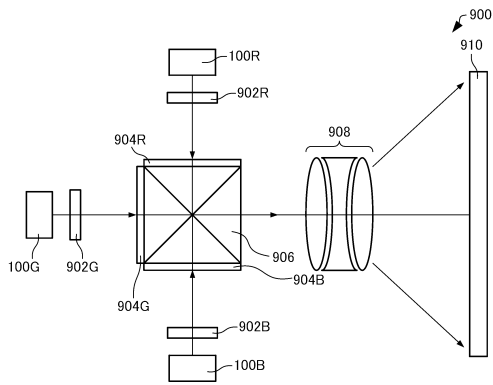
【図 9】



【図 10】



【図 11】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類 F I
F 2 1 Y 115/30 (2016.01) H 0 1 S 5/18
F 2 1 Y 115/10 (2016.01) F 2 1 Y 115:30
F 2 1 Y 115:10

審査官 百瀬 正之

(56)参考文献 特開 2 0 1 9 - 0 2 9 5 1 6 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 0 2 3 7 1 3 (J P , A)
特開平 0 7 - 3 2 1 0 5 1 (J P , A)
米国特許出願公開第 2 0 1 3 / 0 3 0 1 6 6 8 (U S , A 1)
特開 2 0 0 9 - 1 0 5 1 8 2 (J P , A)
特開平 1 1 - 2 7 4 6 5 1 (J P , A)
中国特許出願公開第 1 0 1 9 7 6 6 6 8 (C N , A)
特開 2 0 0 3 - 3 3 2 5 8 1 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)
H 0 1 S 5 / 0 0 - 5 / 5 0
H 0 1 L 3 3 / 0 0 - 3 3 / 6 4
G 0 3 B 2 1 / 0 0 - 2 1 / 1 0
G 0 3 B 2 1 / 1 2 - 2 1 / 1 3
G 0 3 B 2 1 / 1 3 4 - 2 1 / 3 0
G 0 3 B 3 3 / 0 0 - 3 3 / 1 6
F 2 1 K 9 / 0 0 - 9 / 9 0
F 2 1 S 2 / 0 0 - 4 5 / 7 0
F 2 1 V 2 3 / 0 0 - 9 9 / 0 0
F 2 1 Y 1 1 5 / 3 0
F 2 1 Y 1 1 5 / 1 0