

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7358154号
(P7358154)

(45)発行日 令和5年10月10日(2023.10.10)

(24)登録日 令和5年9月29日(2023.9.29)

(51)国際特許分類

F I

H 0 1 L	33/08 (2010.01)	H 0 1 L	33/08	
H 0 1 L	33/38 (2010.01)	H 0 1 L	33/38	
B 4 1 J	2/447(2006.01)	B 4 1 J	2/447	1 0 1 A
B 4 1 J	2/45 (2006.01)	B 4 1 J	2/447	1 0 1 E
H 0 4 N	1/036(2006.01)	B 4 1 J	2/45	

請求項の数 19 (全27頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願2019-173829(P2019-173829)
 (22)出願日 令和1年9月25日(2019.9.25)
 (65)公開番号 特開2021-52085(P2021-52085A)
 (43)公開日 令和3年4月1日(2021.4.1)
 審査請求日 令和4年9月21日(2022.9.21)

(73)特許権者 000001007
 キヤノン株式会社
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 (74)代理人 100094112
 弁理士 岡部 譲
 (74)代理人 100101498
 弁理士 越智 隆夫
 (74)代理人 100106183
 弁理士 吉澤 弘司
 (74)代理人 100136799
 弁理士 本田 亜希
 (72)発明者 中西 宏一郎
 東京都大田区下丸子3丁目30番2号
 キヤノン株式会社内
 審査官 佐藤 美紗子

最終頁に続く

(54)【発明の名称】 半導体発光装置、露光ヘッド及び画像形成装置

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

シフトサイリスタのゲートと発光サイリスタのゲートとが各々に接続された複数のノードと、前記複数のノードの間を接続する複数の転送ダイオードと、を有する半導体発光装置であって、

前記シフトサイリスタは、

複数の半導体層を含む積層構造を有し、前記発光サイリスタ及び前記転送ダイオードから分離したメサに設けられており、

前記メサを跨いで連続する第1の金属層と、

前記第1の金属層よりも上層に配され、第1部分と、前記第1部分との間に前記メサが位置するように配された第2部分と、を有する第2の金属層と、を有し、

前記第2の金属層の前記第1部分及び前記第2部分の各々は、平面視で前記メサと重ならない領域において、前記第1の金属層と電氣的に接続されている

ことを特徴とする半導体発光装置。

【請求項2】

前記メサと前記第1の金属層との間に配され、前記メサの上面部において前記メサと前記第1の金属層とを電氣的に接続する第1の開口部が設けられた第1の絶縁膜を更に有することを特徴とする請求項1記載の半導体発光装置。

【請求項3】

前記メサと前記第1の金属層との間に配された第1の絶縁膜を更に有し、

10

20

前記メサと前記第 1 の金属層とは、前記第 1 の絶縁膜によって絶縁されていることを特徴とする請求項 1 記載の半導体発光装置。

【請求項 4】

前記第 1 の金属層と前記第 2 の金属層との間に配され、前記第 1 の金属層と前記第 1 部分とを電氣的に接続する第 2 の開口部と、前記第 1 の金属層と前記第 2 部分とを電氣的に接続する第 3 の開口部と、が設けられた第 2 の絶縁膜を更に有する

ことを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 5】

前記第 2 の金属層は、前記メサを跨ぐように配され、前記第 1 部分及び前記第 2 部分から連続する第 3 部分を更に有する

ことを特徴とする請求項 4 記載の半導体発光装置。

【請求項 6】

前記第 2 の開口部及び前記第 3 の開口部は、前記メサを跨いで連続する 1 つの開口部である

ことを特徴とする請求項 4 又は 5 記載の半導体発光装置。

【請求項 7】

前記第 2 の絶縁膜に、前記メサの上面部において前記第 1 の金属層と前記第 3 部分とを電氣的に接続する第 4 の開口部が更に設けられている

ことを特徴とする請求項 5 記載の半導体発光装置。

【請求項 8】

前記第 2 の金属層は、前記第 1 の金属層よりも厚い

ことを特徴とする請求項 1 乃至 7 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 9】

前記第 2 の金属層は、前記シフトサイリスタにオン状態の転送動作を制御する転送信号を供給するための転送信号ラインの少なくとも一部を構成している

ことを特徴とする請求項 1 乃至 8 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置。

【請求項 10】

複数の半導体層を各々が有する複数のメサと、
前記複数のメサの各々と交差するように配された配線と、を有し、
前記配線は、前記複数のメサの各々に対応して、

前記メサを跨いで連続する第 1 の金属層と、

前記第 1 の金属層よりも上層に配され、第 1 部分と、前記第 1 部分との間に前記メサが位置するように配された第 2 部分と、を有する第 2 の金属層と、を有し、

前記第 2 の金属層の前記第 1 部分及び前記第 2 部分の各々は、平面視で前記メサと重ならない領域において、前記第 1 の金属層と電氣的に接続されている

ことを特徴とする半導体装置。

【請求項 11】

前記メサと前記第 1 の金属層との間に配され、前記メサの上面部において前記メサと前記第 1 の金属層とを電氣的に接続する第 1 の開口部が設けられた第 1 の絶縁膜を更に有する

ことを特徴とする請求項 10 記載の半導体装置。

【請求項 12】

前記メサと前記第 1 の金属層との間に配された第 1 の絶縁膜を更に有し、

前記メサと前記第 1 の金属層とは、前記第 1 の絶縁膜によって絶縁されている

ことを特徴とする請求項 10 記載の半導体装置。

【請求項 13】

前記第 1 の金属層と前記第 2 の金属層との間に配され、前記第 1 の金属層と前記第 1 部分とを電氣的に接続する第 2 の開口部と、前記第 1 の金属層と前記第 2 部分とを電氣的に接続する第 3 の開口部と、が設けられた第 2 の絶縁膜を更に有する

ことを特徴とする請求項 10 乃至 12 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 14】

10

20

30

40

50

前記第 2 の金属層は、前記メサを跨ぐように配され、前記第 1 部分及び前記第 2 部分から連続する第 3 部分を更に有する

ことを特徴とする請求項 1 3 記載の半導体装置。

【請求項 1 5】

前記第 2 の開口部及び前記第 3 の開口部は、前記メサを跨いで連続する 1 つの開口部である

ことを特徴とする請求項 1 3 又は 1 4 記載の半導体装置。

【請求項 1 6】

前記第 2 の絶縁膜に、前記メサの上面部において前記第 1 の金属層と前記第 3 部分とを電氣的に接続する第 4 の開口部が更に設けられている

ことを特徴とする請求項 1 4 記載の半導体装置。

【請求項 1 7】

前記第 2 の金属層は、前記第 1 の金属層よりも厚い

ことを特徴とする請求項 1 0 乃至 1 6 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 1 8】

請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置と、

前記半導体発光装置からの光を集光する光学系と

を有することを特徴とする露光ヘッド。

【請求項 1 9】

像担持体と、

前記像担持体の表面を帯電する帯電手段と、

請求項 1 乃至 9 のいずれか 1 項に記載の半導体発光装置を有する露光ヘッドであって、前記帯電手段によって帯電された前記像担持体の表面を露光し、前記像担持体の表面に静電潜像を形成する露光ヘッドと、

前記露光ヘッドによって形成された前記静電潜像を現像する現像手段と、

前記現像手段によって現像された画像を記録媒体に転写する転写手段と

を有することを特徴とする画像形成装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体発光装置、露光ヘッド及び画像形成装置に関する。

【背景技術】

【0002】

画像形成装置の感光ドラムへの潜像形成用の露光ヘッドとして、面発光素子アレイが利用されている。この露光ヘッドの典型的な構成では、多数の面型発光素子（半導体基板主面に対して垂直に光を放射する発光素子）がある方向に配列されており、各発光素子の配列方向と同一な方向にレンズアレイが並んでいる。そして、発光素子からの光は、当該レンズを通して感光ドラム上に結像する。発光素子としては、発光ダイオード（LED）で構成されたものと発光サイリスタで構成されたものが知られている。

【0003】

特許文献 1 には、このような露光ヘッドの光源として、面発光ダイオードや面発光レーザー（VCSEL）を用いた面発光素子アレイが開示されている。また、特許文献 2 には、このような露光ヘッドの光源として、発光サイリスタを用いた自己走査型の発光素子アレイが開示されている。

【先行技術文献】

【特許文献】

【0004】

【文献】特開 2016 - 051815 号公報

特開 2014 - 216505 号公報

【発明の概要】

10

20

30

40

50

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

しかしながら、発光サイリスタを用いた従来の自己走査型の発光素子アレイでは、発光素子アレイを走査制御するための転送信号を供給する転送信号ラインに断線が発生し、転送動作が途中で停止してしまうことがあった。

【0006】

本発明の目的は、信頼性の高い自己走査型回路を備えた半導体発光装置、露光ヘッド及び画像形成装置を提供することにある。

【課題を解決するための手段】

【0007】

本発明の一観点によれば、シフトサイリスタのゲートと発光サイリスタのゲートとが各々に接続された複数のノードと、前記複数のノードの間を接続する複数の転送ダイオードと、を有する半導体発光装置であって、前記シフトサイリスタは、複数の半導体層を含む積層構造を有し、前記発光サイリスタ及び前記転送ダイオードから分離したメサに設けられており、前記メサを跨いで連続する第1の金属層と、前記第1の金属層よりも上層に配され、第1部分と、前記第1部分との間に前記メサが位置するように配された第2部分と、を有する第2の金属層と、を有し、前記第2の金属層の前記第1部分及び前記第2部分の各々は、平面視で前記メサと重ならない領域において、前記第1の金属層と電気的に接続されている半導体発光装置が提供される。

10

【0008】

また、本発明の他の一観点によれば、複数の半導体層を各々が有する複数のメサと、前記複数のメサの各々と交差するように配された配線と、を有し、前記配線は、前記複数のメサの各々に対応して、前記メサを跨いで連続する第1の金属層と、前記第1の金属層よりも上層に配され、第1部分と、前記第1部分との間に前記メサが位置するように配された第2部分と、を有する第2の金属層と、を有し、前記第2の金属層の前記第1部分及び前記第2部分の各々は、平面視で前記メサと重ならない領域において、前記第1の金属層と電気的に接続されている半導体装置が提供される。

20

【発明の効果】

【0009】

本発明によれば、信頼性の高い自己走査型回路を備えた半導体発光装置、露光ヘッド及び画像形成装置を実現することができる。

30

【図面の簡単な説明】

【0010】

【図1】本発明の第1実施形態による半導体発光装置の概略構成を示す等価回路図である。

【図2】本発明の第1実施形態による半導体発光装置における各素子の基本構造を示す概略図である。

【図3】本発明の第1実施形態による半導体発光装置における各素子の配置例を示す概略図である。

【図4】本発明の第1実施形態による半導体発光装置におけるシフトサイリスタのオン状態の転送動作を説明する図である。

40

【図5】本発明の第1実施形態による半導体発光装置の駆動方法を示すタイミング図である。

【図6】本発明の第1実施形態による半導体発光装置におけるシフトサイリスタの構造を示す概略断面図である。

【図7】参考例による半導体発光装置におけるシフトサイリスタの構造を示す概略断面図である。

【図8】転送信号ラインにクラックが発生するメカニズムを説明する図である。

【図9】本発明の第1実施形態による半導体発光装置におけるシフトサイリスタの効果の説明する図である。

【図10】本発明の第1実施形態による半導体発光装置の製造方法を示す工程断面図であ

50

る。

【図 1 1】本発明の第 2 実施形態による半導体発光装置におけるシフトサイリスタの構造を示す概略断面図である。

【図 1 2】本発明の第 3 実施形態による半導体発光装置におけるシフトサイリスタの構造を示す概略断面図である。

【図 1 3】本発明の第 4 実施形態による半導体発光装置におけるシフトサイリスタの構造を示す概略断面図である。

【図 1 4】本発明の第 5 実施形態による半導体発光装置におけるシフトサイリスタの構造を示す概略断面図である。

【図 1 5】本発明の第 6 実施形態による画像形成装置の構成例を示す概略図である。

10

【図 1 6】本発明の第 6 実施形態による画像形成装置の露光ヘッドの構成例を示す概略図である。

【図 1 7】本発明の第 6 実施形態による画像形成装置の面発光素子アレイチップ群を示す概略図である。

【発明を実施するための形態】

【0011】

[第 1 実施形態]

本発明の第 1 実施形態による半導体発光装置の概略構成について、図 1 乃至図 3 を用いて説明する。図 1 は、本実施形態による半導体発光装置の概略構成を示す等価回路図である。図 2 は、本実施形態による半導体発光装置における各素子の基本構造を示す概略図である。図 3 は、本実施形態による半導体発光装置における各素子の配置例を示す概略図である。

20

【0012】

本実施形態による半導体発光装置 100 は、図 1 に示すように、複数のシフトサイリスタ T と、複数の転送ダイオード D と、複数の発光サイリスタ L と、入力抵抗 R₁、R₂ と、複数のゲート抵抗 R_g と、を有する。

【0013】

本実施形態による半導体発光装置 100 では、これら素子により、ダイオード結合を用いた自己走査型の発光装置 (SLED: Self-scanning Light Emitting Device) を構成している。自己走査型の発光装置としては発光ダイオード (LED) や面発光レーザ (VCSEL) を用いたものもあるが、サイリスタを利用した発光装置は配線数が少なくてすむメリットがあり、複写機などの露光ヘッドとして好適である。自己走査型の半導体発光装置では、シフトサイリスタ T の間を転送ダイオード D で結合することによって、シフトサイリスタ T のゲート間に電位勾配を形成し、シフトサイリスタ T の閾値電圧差を利用して自己走査機能を実現する。

30

【0014】

図 1 には、このように構成される自己走査型回路のうち、複数のシフトサイリスタ T として、3 個のシフトサイリスタ T_{n-1} ~ T_{n+1} を示している。また、複数の発光サイリスタ L として、12 個の発光サイリスタ L_{4n-7} ~ L_{4n+4} を示している。また、複数の転送ダイオード D として、4 個の転送ダイオード D_{n-2} ~ D_{n+1} を示している。ただし、シフトサイリスタ T、転送ダイオード D 及び発光サイリスタ L の数は、発光装置の規模等に応じて適宜選択されうる。添え字の n は、2 以上の整数である。

40

【0015】

転送ダイオード D_{n-2} ~ D_{n+1} は、隣り合う転送ダイオード D のアノードとカソードとが接続されるように、直列に接続されている。すなわち、転送ダイオード D_{n-2} のアノードが転送ダイオード D_{n-1} のカソードに接続され、転送ダイオード D_{n-1} のアノードが転送ダイオード D_n のカソードに接続されている。また、転送ダイオード D_n のアノードが転送ダイオード D_{n+1} のカソードに接続されている。複数の転送ダイオード D_{n-2} ~ D_{n+1} により構成される直列接続体は、スタート信号 s が供給されるスタート信号ラインを構成する。スタート信号 s は、当該直列接続体のカソード側の端部から供給され

50

る。

【0016】

隣り合う転送ダイオードDの間の接続ノードの各々は、ゲート抵抗 R_g を介して、電源電圧 V_{GK} が供給される信号線（ゲートライン）に接続されている。また、隣り合う転送ダイオードDの間の接続ノードの各々には、1つのシフトサイリスタTのゲートと、4つの発光サイリスタLのゲートと、が接続されている。すなわち、転送ダイオード D_{n-2} と転送ダイオード D_{n-1} との間の接続ノード（共通ゲート G_{n-1} ）には、シフトサイリスタ T_{n-1} のゲートと、発光サイリスタ $L_{4n-7} \sim L_{4n-4}$ のゲートと、が接続されている。転送ダイオード D_{n-1} と転送ダイオード D_n との間の接続ノード（共通ゲート G_n ）には、シフトサイリスタ T_n のゲートと、発光サイリスタ $L_{4n-3} \sim L_{4n}$ のゲートと、が接続されている。転送ダイオード D_n と転送ダイオード D_{n+1} との間の接続ノード（共通ゲート G_{n+1} ）には、シフトサイリスタ T_{n+1} のゲートと、発光サイリスタ $L_{4n+1} \sim L_{4n+4}$ のゲートと、が接続されている。

10

【0017】

奇数番目のシフトサイリスタT（例えば、シフトサイリスタ T_{n-1} 、 T_{n+1} ）のアノードは、入力抵抗 R_1 を介して転送信号 ϕ_1 が供給される信号線（転送信号ライン）に接続されている。偶数番目のシフトサイリスタT（例えば、シフトサイリスタ T_n ）のアノードは、入力抵抗 R_2 を介して転送信号 ϕ_2 が供給される信号線（転送信号ライン）に接続されている。

【0018】

発光サイリスタLのアノードは、点灯信号 W が供給される所定の信号線（点灯信号ライン）に接続されている。すなわち、発光サイリスタ L_{4n-7} 、 L_{4n-3} 、 L_{4n+1} のアノードは、点灯信号 W_1 が供給される点灯信号ラインに接続されている。発光サイリスタ L_{4n-6} 、 L_{4n-2} 、 L_{4n+2} のアノードは、点灯信号 W_2 が供給される点灯信号ラインに接続されている。発光サイリスタ L_{4n-5} 、 L_{4n-1} 、 L_{4n+3} のアノードは、点灯信号 W_3 が供給される点灯信号ラインに接続されている。発光サイリスタ L_{4n-4} 、 L_{4n} 、 L_{4n+4} のアノードは、点灯信号 W_4 が供給される点灯信号ラインに接続されている。

20

【0019】

図2は、ゲート抵抗 R_g 、転送ダイオードD、シフトサイリスタT及び発光サイリスタLの基本構造を示す概略図である。図2(a)が上面図であり、図2(b)が図2(a)のA-A線断面図である。

30

【0020】

本実施形態による半導体発光装置100は、図2に示すように、半導体基板10の上に積層された第1導電型の半導体層12、第2導電型の半導体層14、第1導電型の半導体層16及び第2導電型の半導体層18によって構成され得る。第1導電型と第2導電型とは、互いに異なる導電型である。なお、ここでは一例として第1導電型がn型であり第2導電型がp型である場合を説明するが、第1導電型がp型であり第2導電型がn型であってもよい。

【0021】

半導体層12、14、16、18を含む積層構造体は、ゲート抵抗 R_g が設けられる領域と、転送ダイオードDが設けられる領域と、シフトサイリスタTが設けられる領域と、発光サイリスタLが設けられる領域と、に分割されている。すなわち、ゲート抵抗 R_g が設けられる領域（ゲート抵抗部）の半導体層14、16は、メサ62を構成している。また、転送ダイオードDが設けられる領域（転送ダイオード部）の半導体層14、16、18は、メサ64を構成している。また、シフトサイリスタTが設けられる領域（シフトサイリスタ部）の半導体層14、16、18は、メサ66を構成している。また、発光サイリスタLが設けられる領域（発光サイリスタ部）の半導体層14、16、18は、メサ68を構成している。メサ62、64、66、68の各々は独立している。また、メサ62、64、66、68は、図示しない他のメサ62、64、66、68からも独立している

40

50

。半導体層 1 2 は、ゲート抵抗部、転送ダイオード部、シフトサイリスタ部、発光サイリスタ部に渡って連続している。

【 0 0 2 2 】

別の言い方をすると、平面視におけるゲート抵抗部（メサ 6 2）、転送ダイオード部（メサ 6 4）、シフトサイリスタ部（メサ 6 6）及び発光サイリスタ部（メサ 6 8）の各々の周囲は、半導体層 1 4、1 6、1 8 が除去されており、半導体層 1 2 が露出している。なお、ここで言う「露出」とは、その上に半導体層 1 4、1 6、1 8 が設けられていないことであり、その他の部材、例えばパッシベーション膜がその上に設けられていてもよい。

【 0 0 2 3 】

ゲート抵抗部を構成するメサ 6 2 の半導体層 1 8 は、除去されている。露出した半導体層 1 6 の上には、電極 4 6 と電極 4 8 とが互いに離間して設けられている。電極 4 6、4 8 は、ゲート抵抗 R_g の一対の電極である。すなわち、電極 4 6 と電極 4 8 との間の半導体層 1 6 が、ゲート抵抗 R_g を構成している。

10

【 0 0 2 4 】

転送ダイオード部を構成するメサ 6 4 の半導体層 1 8 は、一部が除去されている。半導体層 1 8 が除去されることにより露出した半導体層 1 6 の上には、電極 3 2 が設けられている。半導体層 1 8 の上には、電極 3 4 が設けられている。転送ダイオード D は、半導体層 1 6 と半導体層 1 8 との間の p n 接合によって構成されている。電極 3 2 が転送ダイオード D のカソード電極を構成し、電極 3 4 が転送ダイオード D のアノード電極を構成している。

20

【 0 0 2 5 】

シフトサイリスタ部を構成するメサ 6 6 の半導体層 1 8 は、一部が除去されている。半導体層 1 8 が除去されることにより露出した半導体層 1 6 の上には、電極 4 2 が設けられている。半導体層 1 8 の上には、電極 4 4 が設けられている。シフトサイリスタ T は、半導体層 1 2 と、半導体層 1 4 と、半導体層 1 6 と、半導体層 1 8 との p n p n 接合によって構成されている。電極 4 4 がシフトサイリスタ T のアノード電極であり、電極 4 2 がシフトサイリスタ T のゲート電極である。

【 0 0 2 6 】

発光サイリスタ部を構成するメサ 6 8 の半導体層 1 8 は、一部が除去されている。半導体層 1 8 が除去されることにより露出した半導体層 1 6 の上には、電極 5 2 が設けられている。半導体層 1 8 の上には、電極 5 4 が設けられている。発光サイリスタ L は、半導体層 1 2 と、半導体層 1 4 と、半導体層 1 6 と、半導体層 1 8 との p n p n 接合によって構成されている。電極 5 4 がシフトサイリスタ T のアノード電極であり、電極 5 2 がシフトサイリスタ T のゲート電極である。

30

【 0 0 2 7 】

図 3 は、図 1 に示す自己走査型回路を構成する場合の各素子の配置例を示す概略図である。

各々がゲート抵抗 R_g を構成する複数のメサ 6 2、各々が転送ダイオード D を構成する複数のメサ 6 4、各々がシフトサイリスタ T を構成する複数のメサ 6 6 及び各々が発光サイリスタ L を構成する複数のメサ 6 8 は、互いに離間して設けられている。すなわち、各メサ 6 2、6 4、6 6、6 8 は、前述のように、半導体層 1 2 は共通であるが、半導体層 1 4、1 6、1 8 はそれぞれ独立である。

40

【 0 0 2 8 】

ゲートライン 7 2、転送信号ライン 7 4、7 6 及び点灯信号ライン 8 0、8 2、8 4、8 6 は、図 3 に示した座標系において X 方向に沿って延伸するように配されている。

【 0 0 2 9 】

ゲートライン 7 2 は、メサ 6 2 の各々に設けられた電極 4 6 に接続されている。転送信号ライン 7 4 は、奇数番目のメサ 6 6 の各々に設けられた電極 4 4 に接続されている。転送信号ライン 7 6 は、偶数番目のメサ 6 6 の各々に設けられた電極 4 4 に接続されている。共通ゲート G を構成する配線 7 8 の各々は、メサ 6 2 に設けられた電極 4 8 と、隣り合

50

ラメサ 6 4 に設けられた電極 3 2 及び電極 3 4 と、メサ 6 6 に設けられた電極 4 2 と、メサ 6 8 に設けられた電極 5 2 と、に接続されている。これにより、共通ゲート G を構成する配線 7 8 を介して直列に接続された複数の転送ダイオード $D_{n-2} \sim D_{n+1}$ によって、スタート信号ラインが構成されている。点灯信号ライン 8 0 , 8 2 , 8 4 , 8 6 を構成する信号線は、各々に対応するメサ 6 8 に設けられた電極 5 4 に接続されている。

【 0 0 3 0 】

本実施形態による半導体発光装置 1 0 0 においては、図 3 に示すように、転送信号ライン 7 4 , 7 6 とメサ 6 6 の電極 4 4 とが平面視において重なるように配置されている。転送信号ライン 7 4 , 7 6 は、メサ 6 6 と重なる部分において、メサ 6 6 を乗り越えるように設けられている。

10

【 0 0 3 1 】

次に、本実施形態による半導体発光装置におけるシフトサイリスタ T のオン状態の転送動作について、図 1 及び図 4 を用いて説明する。ここでは、ゲートライン 7 2 に供給される電源電圧 V G K は 5 V であり、転送信号ライン 7 4 , 7 6 に供給される転送信号 1 , 2 及び点灯信号ライン 8 0 ~ 8 6 に供給される点灯信号 W 1 ~ W 4 の電圧は 0 V 及び 5 V のいずれかであるものとする。

【 0 0 3 2 】

図 4 は、本実施形態による半導体発光装置におけるシフトサイリスタのオン状態の転送動作を説明する図である。

【 0 0 3 3 】

図 4 (a) は、転送信号 1 が 0 V、転送信号 2 が 5 V であり、シフトサイリスタ T n がオン状態のときの共通ゲート $G_{n-1} \sim G_{n+4}$ の電位の分布を示している。なお、共通ゲート G_{n+2} , G_{n+3} , G_{n+4} は、共通ゲート G_{n+1} の後に続く図 1 には不図示の共通ゲートである。共通ゲート G_{n+2} , G_{n+3} に接続されるシフトサイリスタ T が、シフトサイリスタ T $n+2$, T $n+3$ である。

20

【 0 0 3 4 】

シフトサイリスタ T n がオン状態のとき、シフトサイリスタ T n のゲート及び発光サイリスタ $L_{4n-3} \sim L_{4n}$ のゲートに接続されている共通ゲート G_n の電位は、約 0 . 2 V まで低下する。共通ゲート G_n と共通ゲート G_{n+1} との間には、共通ゲート G_n と共通ゲート G_{n+1} とを接続する転送ダイオード D_n の拡散電位にほぼ等しい電位差が発生する。本実施形態において転送ダイオード D_n の拡散電位は約 1 . 5 V であり、共通ゲート G_{n+1} の電位は、共通ゲート G_n の電位である 0 . 2 V に転送ダイオード D_n の拡散電位である 1 . 5 V を加えた 1 . 7 V となる。同様に、共通ゲート G_{n+2} の電位は 3 . 2 V となり、共通ゲート G_{n+3} (図示せず) の電位は 4 . 7 V となる。

30

【 0 0 3 5 】

ここで、共通ゲート G の上限電圧は電源電圧 V G K であるため、共通ゲート G_{n+4} 以降の電位は電源電圧 V G K の値である 5 V となる。また、共通ゲート G_n と共通ゲート G_{n-1} との間の転送ダイオード D は逆バイアスになっているため、共通ゲート G_{n-1} には電源電圧 V G K がそのまま供給される。共通ゲート G_{n-1} よりも前の共通ゲート G についても同様である。すなわち、共通ゲート G_n より前の共通ゲート G_{n-1} 等の電位は、電源電圧 V G K の値である 5 V となる。こうして、共通ゲート $G_n \sim G_{n+3}$ には、図 4 (a) に示すような電位勾配が形成される。

40

【 0 0 3 6 】

シフトサイリスタ T がオンするために必要な電圧 (閾値電圧) は、ゲート電位に拡散電位を加えた電圧とほぼ同じである。シフトサイリスタ T n がオンのとき、転送信号 2 が供給される転送信号ラインに接続されている他のシフトサイリスタ T の中で最もゲート電位が低いのはシフトサイリスタ T $n+2$ である。シフトサイリスタ T $n+2$ に対応する共通ゲート G_{n+2} の電位は前述のように 3 . 2 V であり、シフトサイリスタ T $n+2$ の閾値電圧は 4 . 7 V となる。

【 0 0 3 7 】

50

しかしながら、シフトサイリスタ T_n がオン状態であることにより、転送信号 2 が供給される転送信号ラインの電位は、拡散電位に相当する電圧（約 1.5 V）に低下している。そのため、転送信号 2 が供給される転送信号ラインの電位はシフトサイリスタ T_{n+2} の閾値電圧よりも低くなっており、シフトサイリスタ T_{n+2} はオンすることができない。同じ転送信号ラインに接続されている他の総てのシフトサイリスタ T は、シフトサイリスタ T_{n+2} よりも閾値電圧が高いため、シフトサイリスタ T_{n+2} と同様にオンすることができない。その結果、シフトサイリスタ T_n のみがオン状態を保つことができる。

【0038】

図4(b)は、図4(a)の状態から、転送信号 1 を 5 V に遷移したときの共通ゲート $G_{n-1} \sim G_{n+4}$ の電位の分布を示している。

10

【0039】

転送信号 1 が供給される転送信号ラインに接続されているシフトサイリスタ T に着目すると、最も閾値電圧が低い状態のシフトサイリスタ T_{n+1} の閾値電圧は 3.2 V である。次に閾値電圧が低い状態のシフトサイリスタ T_{n+3} の閾値電圧は 6.2 V である。したがって、この状態で転送信号 1 を 0 V から 5 V に遷移することで、転送信号 1 が供給される転送信号ラインに接続されているシフトサイリスタ T のうち、シフトサイリスタ T_{n+1} だけをオン状態にすることができる。この状態では、シフトサイリスタ T_n とシフトサイリスタ T_{n+1} とがオンした状態であり、シフトサイリスタ T_{n+1} よりも右側のシフトサイリスタ T のゲート電位は各々拡散電位の分だけ低下していく。ただし、電源電圧 V_{GK} は 5 V であり、ゲート電位は電源電圧 V_{GK} で制限される。したがって、図示しないシフトサイリスタ T_{n+5} よりも右側のシフトサイリスタ T においては、ゲート電位は 5 V となる。

20

【0040】

図4(c)は、図4(b)の状態から、転送信号 2 を 0 V に遷移したときの共通ゲート $G_{n-1} \sim G_{n+4}$ の電位の分布を示している。

【0041】

転送信号 2 を 5 V から 0 V に遷移すると、シフトサイリスタ T_n がオフとなる。これにより、共通ゲート G_n の電位は、電源電圧 V_{GK} まで上昇する。

【0042】

このようにして、シフトサイリスタ T_n からシフトサイリスタ T_{n+1} へのオン状態の転送が完了する。

30

【0043】

次に、本実施形態による半導体発光装置における発光サイリスタ L の発光動作について、図1、図4及び図5を用いて説明する。ここでは、ゲートラインに供給される電源電圧 V_{GK} は 5 V であり、転送信号ラインに供給される転送信号 1, 2 及び点灯信号ラインに供給される点灯信号 W_1, W_2, W_3, W_4 の電圧は 0 V 及び 5 V のいずれかであるものとする。

【0044】

シフトサイリスタ T_n がオン状態のとき、共通ゲート G_n の電位は、前述の通り約 0.2 V である。したがって、共通ゲート G_n に接続されている発光サイリスタ $L_{4n-3} \sim L_{4n}$ の閾値電圧は、1.7 V である。つまり、電圧が 1.7 V 以上の点灯信号 $W_1 \sim W_4$ が供給されれば、発光サイリスタ $L_{4n-3} \sim L_{4n}$ を点灯可能である。ここで、点灯信号 W_1, W_2, W_3, W_4 は、それぞれ、発光サイリスタ $L_{4n-3}, L_{4n-2}, L_{4n-1}, L_{4n}$ に対応している。したがって、点灯信号 W_1, W_2, W_3, W_4 の組み合わせに応じた任意の組み合わせで発光サイリスタ $L_{4n-3}, L_{4n-2}, L_{4n-1}, L_{4n}$ を点灯することができる。

40

【0045】

共通ゲート G_n の電位が 0.2 V のとき、隣の共通ゲート G_{n+1} の電位は 1.7 V であり、共通ゲート G_{n+1} に接続されている発光サイリスタ $L_{4n+1} \sim L_{4n+4}$ の閾値電圧は 3.2 V である。点灯信号 $W_1 \sim W_4$ は 5 V であるため、発光サイリスタ L_{4n-3}

50

～ L_{4n} の点灯駆動と同時に発光サイリスタ $L_{4n+1} \sim L_{4n+4}$ が点灯するようにも思われる。

【0046】

しかしながら、発光サイリスタ $L_{4n-3} \sim L_{4n}$ の閾値電圧は発光サイリスタ $L_{4n+1} \sim L_{4n+4}$ の閾値電圧よりも低いため、発光サイリスタ $L_{4n-3} \sim L_{4n}$ の方が発光サイリスタ $L_{4n+1} \sim L_{4n+4}$ よりも先にオンになる。一旦、発光サイリスタ $L_{4n+1} \sim L_{4n+4}$ がオンになると、オンになった発光サイリスタ $L_{4n+1} \sim L_{4n+4}$ に接続されている点灯信号ラインの電位が拡散電位に相当する1.5Vまで低下する。その結果、当該点灯信号ラインの電位が発光サイリスタ $L_{4n+1} \sim L_{4n+4}$ の閾値電圧よりも低くなり、発光サイリスタ $L_{4n+1} \sim L_{4n+4}$ がオンになることはない。

10

【0047】

図5は、本実施形態による半導体発光装置の駆動方法の一例を示すタイミング図である。図5には、電源電圧V_{GK}、スタート信号s、転送信号1、2、点灯信号W₁、W₂、W₃、W₄を示している。転送信号1は奇数番目のシフトサイリスタT用のクロック信号であり、転送信号2は偶数番目のシフトサイリスタT用のクロック信号である。

【0048】

まず、スタート信号sを5Vから0Vに遷移する。これにより、スタート信号sの入力側に最も近いシフトサイリスタTのゲートに接続される共通ゲートG(例えば、共通ゲートG_{n-1})の電位が5Vから1.7Vに低下し、シフトサイリスタT_{n-1}の閾値電圧が3.2Vになる。これにより、シフトサイリスタT_{n-1}は、転送信号1によってオンにできる状態となる。

20

【0049】

次いで、転送信号1を0Vから5Vに遷移し、シフトサイリスタT_{n-1}をオンにする。また、シフトサイリスタT_{n-1}をオンにしてから少し遅れてスタート信号sを0Vから5Vに遷移する。スタート信号sは、次の点灯動作の開始のタイミングまで5Vのまま保持する。

【0050】

転送信号1は、奇数番目のシフトサイリスタT用のクロック信号であり、周期T_cで0Vから5Vに立ち上がる周期パルスである。転送信号2は、偶数番目のシフトサイリスタT用のクロック信号であり、転送信号1と同じ周期T_cで0Vから5Vに立ち上がる周期パルスである。転送信号1と転送信号2とは、概ね逆位相の信号であるが、パルスの前後に互いのオン状態(5Vの期間)が重なる期間T_{ov}を有するように構成されている。

30

【0051】

点灯信号W₁、W₂、W₃、W₄は、転送信号1、2の半分の周期(T_c/2)で送信される。シフトサイリスタTがオン状態のときに5Vの点灯信号Wが印加されると、5Vになった点灯信号Wに対応する発光サイリスタLが点灯する。

【0052】

例えば、時刻aでは、同一のシフトサイリスタT(例えば、シフトサイリスタT_{n-1})に接続されている4つの発光サイリスタLのうち、点灯信号W₁、W₂、W₃、W₄に対応する4つの発光サイリスタLが同時に点灯する。また、時刻bでは、同一のシフトサイリスタT(例えば、シフトサイリスタT_n)に接続されている4つの発光サイリスタLのうち、点灯信号W₁、W₃、W₄に対応する3つの発光サイリスタLが同時に点灯する。また、時刻cでは、点灯信号W₁、W₂、W₃、W₄はいずれも0Vであり、総ての発光サイリスタLが消灯状態である。また、時刻dでは、同一のシフトサイリスタT(例えば、シフトサイリスタT_{n+2})に接続されている4つの発光サイリスタLのうち、点灯信号W₁、W₄に対応する2つの発光サイリスタLが同時に点灯する。また、時刻eでは、同一のシフトサイリスタT(例えば、図示しないシフトサイリスタT_{n+3})に接続されている4つの発光サイリスタLのうち、点灯信号W₂に対応す

40

50

る発光サイリスタLのみが点灯する。

【0053】

次に、本実施形態による半導体発光装置におけるシフトサイリスタTの具体的な構成例について、図3におけるシフトサイリスタ T_{n-1} を例にして、図6を用いて説明する。図6(a)は、転送信号ライン74の延伸する方向(図3においてX方向)に沿ったシフトサイリスタTの概略断面図である。図6(b)は、シフトサイリスタTの平面レイアウトの一例を示す図であり、図6(a)は図6(b)のA-A線断面図に相当する。図6では、図2を用いて説明した構成要素に対応する構成要素に、同じ番号にA, Bの添え字を加えた符号を付している。なお、ここでは転送信号ライン74について説明するが、転送信号ライン76についても同様である。

10

【0054】

n型のGaAs基板10Aの上には、n型のAlGaAs層12Aと、p型のAlGaAs層14Aと、n型のAlGaAs層16Aと、p型のAlGaAs層18Aと、p型のAlGaAs層18Bと、が設けられている。p型のAlGaAs層18Aと、n型のAlGaAs層16Aと、p型のAlGaAs層14Aと、n型のAlGaAs層12Aとのpnpn接合により、シフトサイリスタTが構成されている。p型のAlGaAs層18Bは、AlGaAs層18Aとその上に配される電極54との間のコンタクト層である。

【0055】

AlGaAs層12Aの上のAlGaAs層14A、AlGaAs層16A、AlGaAs層18A及びAlGaAs層18Bは、一部が除去されている。これにより、AlGaAs層14A、AlGaAs層16A、AlGaAs層18A及びAlGaAs層18Bの積層構造からなるメサ66が構成されている。

20

【0056】

AlGaAs層14A, 16A, 18A, 18Bを除去することにより露出したAlGaAs層12Aの上面、メサ66の側面及びAlGaAs層18Bの上面には、AlGaAs層18Bの一部を露出する開口部90Aを有する絶縁膜90が設けられている。絶縁膜90の上には、転送信号ライン74を延伸する方向(X方向)に沿ったメサ66の両脇からメサ66の側面及び上面に延在し、開口部90Aを介してAlGaAs層18Bに接続された電極54が設けられている。電極54は、メサ66を跨ぐように連続して設けられている。電極54は、Au等を含む金属層によって構成され得る。

30

【0057】

電極54が設けられた絶縁膜90の上には、電極54を露出する開口部92A, 92B, 92Cを有する絶縁膜92が設けられている。開口部92Aは、電極54がメサ66の上に位置する部分において、電極54を露出している。開口部92B, 92Cは、電極54がメサ66の両脇のAlGaAs層12Aの上方に位置する部分において、電極54を露出している。

【0058】

絶縁膜92の上には、転送信号ライン74を構成する配線94が設けられている。転送信号ライン74は、図3に示すように、X方向に延在して設けられており、シフトサイリスタ部(メサ66)と交差している。配線94(転送信号ライン74)は、開口部92A, 92B, 92Cが設けられた部分を通してメサ66を跨ぐように設けられており、開口部92A, 92B, 92Cを介して電極54に接続されている。配線94は、電極54よりも上層に配され、Au等を含む金属層によって構成され得る。

40

【0059】

配線94は、図6(b)に示すように、第1部分98Aと、第1部分98Aとの間にメサ66が位置するように配された第2部分98Bと、メサ66を跨ぐように配され第1部分98A及び第2部分98Bから連続する第3部分98Cと、を含む。配線94の第1部分98A及び第2部分98Bの各々は、平面視でメサ66と重ならない領域において、電極54と電氣的に接続されている。すなわち、第1部分98Aは、平面視でメサ66と重

50

ならない領域に設けられた開口部 9 2 B を介して、電極 5 4 と電氣的に接続されている。また、第 2 部分 9 8 B は、平面視でメサ 6 6 と重ならない領域に設けられた開口部 9 2 C を介して、電極 5 4 と電氣的に接続されている。また、本実施形態では更に、配線 9 4 の第 3 部分 9 8 C が、平面視でメサ 6 6 と重なる領域に設けられた開口部 9 2 A を介して、電極 5 4 と電氣的に接続されている。

【 0 0 6 0 】

このように、本実施形態による半導体発光装置において、配線 9 4 (転送信号ライン 7 4) は、その延在する方向、すなわち転送信号の転送方向に沿って配された 3 つの開口部 9 2 B , 9 2 A , 9 2 C を介して 3 箇所、電極 5 4 に電氣的に接続されている。

【 0 0 6 1 】

本実施形態において電極 5 4 と転送信号ライン 7 4 との間の電氣的接続部をこのように構成する理由について、参考例による半導体発光装置を例に挙げ、図 7 及び図 8 を用いて説明する。図 7 は、参考例による半導体発光装置におけるシフトサイリスタ部の構造を示す概略断面図である。図 8 は、配線にクラックが発生するメカニズムを説明する図である。本実施形態による半導体発光装置と同様の構成要素には同一の符号を付し、説明を省略する。

【 0 0 6 2 】

参考例による半導体発光装置では、図 7 (a) に示すように、メサ 6 6 の上面上に設けられた開口部 9 2 A を介して電極 5 4 と配線 9 4 (転送信号ライン 7 4) とが接続されている。しかしながら、当該構造について本願発明者が鋭意検討を行ったところ、転送信号ライン 7 4 がメサ 6 6 を跨ぐ部分において配線 9 4 にクラック 9 6 が生じ、最悪の場合、転送信号ライン 7 4 が断線することが判明した (図 7 (b) を参照) 。配線 9 4 に生じるクラック 9 6 は、メサ 6 6 が設けられた部分における構造的な段差が大きいことに起因しているものと考えられる。転送信号ライン 7 4 , 7 6 に断線が生じると、転送信号ライン 7 4 , 7 6 を介して転送信号を供給することができなくなり、図 4 を用いて説明したシフトサイリスタ T のオン状態の転送動作が途中で停止してしまう。

【 0 0 6 3 】

配線 9 4 にクラック 9 6 が発生する要因の 1 つとして、メサ 6 6 の形成後に成膜を繰り返すことによるメサ形状の悪化が挙げられる。このメサ形状の悪化について、図 8 を用いて説明する。

【 0 0 6 4 】

図 8 (a) に示すように、下地 1 1 0 の上に設けられたメサ 1 2 0 を想定する。メサ 1 2 0 は、上面 1 2 2 と、側面 1 2 4 と、上面 1 2 2 と側面 1 2 4 との間の角部 1 2 6 と、を有している。参考例による半導体発光装置との関係で言えば、下地 1 1 0 は例えば A 1 G a A s 層 1 2 A に対応し、メサ 1 2 0 は例えばメサ 6 6 に対応する。メサ 1 2 0 の形成直後において、上面 1 2 2 と側面 1 2 4 とが角部 1 2 6 においてなす角度 (メサ角度) を、図 8 (a) に示すように角度 θ_1 と定義するものとする。

【 0 0 6 5 】

このメサ 1 2 0 の上に、図 8 (b) に示すように、絶縁膜や金属膜などの膜 1 3 0 を成膜するものとする。一般的に、成膜材料は下地 1 1 0 の法線方向に対して平行に近い方向から飛来してくるため、メサ 1 2 0 の上面 1 2 2 や下地 1 1 0 の上にはメサ 1 2 0 の側面よりも厚く成膜される。その結果、上面 1 2 2 の側における膜 1 3 0 の面 1 3 2 と側面 1 2 4 の側における膜 1 3 0 の面 1 3 4 とが角部 1 3 6 においてなす角度 (メサ角度) を角度 θ_2 として、角度 θ_2 は角度 θ_1 よりも鋭角になる。

【 0 0 6 6 】

メサ 1 2 0 の側面 1 2 4 側よりも上面 1 2 2 側において厚く成膜される傾向は、メサ角度が鋭角になるほど顕著となる。例えば、膜 1 3 0 の上に膜 1 4 0 及び膜 1 5 0 を更に成膜すると、上面 1 2 2 の側における膜 1 5 0 の面 1 5 2 と側面 1 2 4 の側における膜 1 5 0 の面 1 5 4 とが角部 1 5 6 においてなす角度 (メサ角度) を θ_3 として、角度 θ_3 は角度 θ_2 よりも更に鋭角になる。

10

20

30

40

50

【 0 0 6 7 】

このように、成膜に伴ってメサ角度が鋭角になるほどメサ 1 2 0 の側面 1 2 4 の側に成膜される膜厚が薄くなり、クラックが生じやすくなる。参考例による半導体発光装置において、配線 9 4 とする金属膜の成膜工程は最後であるため、特にクラックが生じやすい。また、配線 9 4 の厚みが増すとクラックは増加する傾向にある。これは、配線 9 4 の応力が影響しているものと考えられる。

【 0 0 6 8 】

本実施形態による半導体発光装置においても、例えば図 9 に示すように、参考例による半導体発光装置と同様のメカニズムにより、転送信号ライン 7 4 を構成する配線 9 4 にクラック 9 6 が生じる可能性はある。

10

【 0 0 6 9 】

しかしながら、本実施形態による半導体発光装置においては、電極 5 4 と配線 9 4 とが、メサ 6 6 の両脇に設けられた開口部 9 2 B , 9 2 C と、メサ 6 6 の上に設けられた開口部 9 2 A と、を介して電氣的に接続されている。したがって、配線 9 4 にクラック 9 6 が生じ、仮に配線 9 4 が配線 9 4 A と配線 9 4 B とに分断されたとしても、配線 9 4 A と配線 9 4 B との間の電氣的接続は電極 5 4 によって維持することができる。

【 0 0 7 0 】

電極 5 4 は絶縁膜 9 0 の形成直後に成膜されるため、成膜時におけるメサ形状の悪化は少なく、配線 9 4 と比較してクラックが発生し難い。また、電極 5 4 の厚さも配線 9 4 の厚さよりも薄いため、配線 9 4 と比較して更にクラックが発生し難くなっている。また、メサ 6 6 の角部において電極 5 4 と配線 9 4 との間に絶縁膜 9 2 が設けられているため、配線 9 4 を厚くしても配線 9 4 の応力の影響が電極 5 4 に及びにくい。

20

【 0 0 7 1 】

したがって、本実施形態の半導体発光装置によれば、転送信号ライン 7 4 , 7 6 を構成する配線 9 4 にクラックが生じた場合の影響を低減し、転送動作が途中で停止してしまうのを抑制することができる。これにより、信頼性の高い自己走査型回路を備えた半導体発光装置を実現することができる。

【 0 0 7 2 】

次に、本実施形態による半導体発光装置の製造方法について、図 1 0 を用いて説明する。図 1 0 は、本実施形態による半導体発光装置の製造方法を示す工程断面図である。

30

【 0 0 7 3 】

まず、例えば n 型の GaAs 基板 1 0 A の上に、例えば MBE (分子線エピタキシ)法を用いて、AlGaAs 層 1 2 A , 1 4 A , 1 6 A , 1 8 A , 1 8 B をエピタキシャル成長する。

【 0 0 7 4 】

ここで、AlGaAs 層 1 2 A , 1 4 A , 1 6 A , 1 8 A の各々の組成、厚さ、不純物濃度は、発光サイリスタ L 及びシフトサイリスタ T において所望のサイリスタ特性が得られるように適宜設定される。また、AlGaAs 層 1 6 A , 1 8 A は、転送ダイオード D として所望のダイオード特性が得られるように適宜設定される。

【 0 0 7 5 】

例えば、AlGaAs 層 1 2 A は、厚さ 6 0 0 nm、Al 組成 2 5 %、ドナー不純物濃度が $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ の n 型 AlGaAs 層により構成され得る。AlGaAs 層 1 4 A は、厚さ 7 0 0 nm、Al 組成 2 5 %、アクセプタ不純物濃度が $2 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ の p 型 AlGaAs 層により構成され得る。AlGaAs 層 1 6 A は、厚さ 3 5 0 nm、Al 組成 1 5 %、ドナー不純物濃度が $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ の n 型 AlGaAs 層により構成され得る。AlGaAs 層 1 8 A は、厚さ 3 2 0 nm、Al 組成 3 0 %、アクセプタ不純物濃度が $2 \times 10^{17} \text{ cm}^{-3}$ の p 型 AlGaAs 層により構成され得る。

40

【 0 0 7 6 】

AlGaAs 層 1 8 A は不純物濃度が低く金属電極 (電極 5 4) とオーミックコンタクトを形成するのが困難なため、コンタクト層として AlGaAs 層 1 8 B が設けられる。

50

AlGaAs層18Bは、厚さ200nm、Al組成30%、アクセプタ不純物濃度が $7 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ のp型AlGaAs層により構成され得る。

【0077】

次いで、フォトリソグラフィ及びドライエッチングを用いて、AlGaAs層14A, 16A, 18A, 18Bの一部を除去し、AlGaAs層14A, 16A, 18A, 18Bの積層構造により構成されるメサ66を形成する(図10(a))。

【0078】

次いで、例えばCVD(化学気相堆積)法を用いて、例えば膜厚200nmの酸化シリコン膜を堆積する。これにより、AlGaAs層14A, 16A, 18A, 18Bを除去したことにより露出したAlGaAs層12A上並びにメサ66の上面及び側面を覆う絶縁膜90を形成する。

10

【0079】

次いで、フォトリソグラフィ及びドライエッチングを用いて絶縁膜90をパターニングする。これにより、絶縁膜90に、AlGaAs層18Bに達する開口部90Aを形成する(図10(b))。

【0080】

次いで、例えばリフトオフ法を用いて、例えば膜厚50nmのTi膜と膜厚200nmのAu膜との積層構造よりなる電極54を形成する。電極54は、少なくとも転送信号ライン74を延伸する方向に沿ったメサ66の両脇からメサ66の側面及び上面に延在するように形成する(図10(c))。この際、開口部90A内のAlGaAs層18Bと電極54との間に別のメタル層を形成し、AlGaAs層18Bと電極54との間のコンタクト特性を改良してもよい。

20

【0081】

次いで、例えばCVD法を用いて、例えば膜厚200nmの酸化シリコン膜を堆積し、電極54を覆う絶縁膜92を形成する。

【0082】

次いで、フォトリソグラフィ及びドライエッチングを用いて、絶縁膜92をパターニングする。これにより、絶縁膜92に、メサ66の上面上において電極54に達する開口部92Aと、メサ66の両脇のAlGaAs層12A上において電極54に達する開口部92B, 92Cと、を形成する(図10(d))。

30

【0083】

次いで、例えばリフトオフ法により、例えば膜厚50nmのTi膜と膜厚1000nmのAu膜との積層膜よりなる配線94を形成する。また、GaAs基板10Aの裏面側に、シフトサイリスタTのカソード電極となる電極30を形成する(図10(e))。

【0084】

このように、本実施形態によれば、転送信号ラインを構成する配線にクラックが生じた場合の影響を低減し、転送動作が途中で停止してしまうのを抑制することができる。これにより、信頼性の高い自己走査型回路を備えた半導体発光装置を実現することができる。

【0085】

[第2実施形態]

40

本発明の第2実施形態による半導体発光装置について、図11を用いて説明する。第1実施形態による半導体発光装置と同様の構成要素には同一の符号を付し、説明を省略し或いは簡潔にする。図11は、本実施形態による半導体発光装置におけるシフトサイリスタの構造を示す概略断面図である。

【0086】

第1実施形態では、転送信号ライン74の延在する方向に沿って配された3つの開口部92B, 92A, 92Cを介して3箇所、電極54と配線94(転送信号ライン74)とを電氣的に接続した。しかしながら、電極54と配線94との接続部は、少なくともメサ66の両脇の2箇所に設けられていればよく、電極54と配線94との接続部の数は、必ずしも限定されるものではない。また、これら3つの接続部のうち、少なくとも2つは

50

互いに繋がっていてもよい。

【 0 0 8 7 】

本実施形態による半導体発光装置においては、このような観点から、第1実施形態における開口部92A, 92B, 92Cの代わりに、これらが設けられた領域を含む連続する1つの開口部92Dを設けている。このように構成することで、電極54と配線94とはメサ66の側面部及び上面部の全域に渡って接触するため、仮に配線94にクラックが生じてても、転送信号ライン74が途中で断線することはない。また、電極54と配線94との接触面積が増加するため、転送信号ライン74の配線抵抗を低減することもできる。

【 0 0 8 8 】

このように、本実施形態によれば、転送信号ラインを構成する配線にクラックが生じた場合の影響を低減し、転送動作が途中で停止してしまうのを抑制することができる。これにより、信頼性の高い自己走査型回路を備えた半導体発光装置を実現することができる。

10

【 0 0 8 9 】

[第3実施形態]

本発明の第3実施形態による半導体発光装置について、図12を用いて説明する。第1及び第2実施形態による半導体発光装置と同様の構成要素には同一の符号を付し、説明を省略し或いは簡潔にする。図12は、本実施形態による半導体発光装置におけるシフトサイリスタの構造を示す概略断面図である。

【 0 0 9 0 】

本実施形態による半導体発光装置は、第2実施形態と同様の観点から、第1実施形態による半導体発光装置においてメサ66の上面に設けられていた開口部92Aを省略したものである。本実施形態の構成においても、メサ66の両脇の間における電気的な接続は電極54によって維持できるため、仮に配線94にクラックが生じてても、転送信号ライン74が途中で断線することはない。

20

【 0 0 9 1 】

また、本実施形態の構成は、AlGaAs層18Bと電極54との間のコンタクトの信頼性を向上できる利点もある。

【 0 0 9 2 】

半導体と金属とが接触している場合、稀にフォトリソグラフィーの現像工程などで不具合が生じる場合がある。例えば、フォトリソグラフィーの現像には弱アルカリ性の現像液が多く使用されるが、この現像液により半導体と金属との接触部分が腐食する現象(電蝕)が生じることがある。例えば、第1及び第2実施形態の構成においては、AlGaAs層18Bと電極54との間のコンタクト部が、絶縁膜92に開口部92A, 92B, 92C, 92Dを形成する際のフォトリソグラフィー工程の際に電蝕によるダメージを受ける可能性がある。

30

【 0 0 9 3 】

この点、本実施形態では、メサ66の上面において電極54と配線94とを接続するための開口部92Aや開口部92Dを形成しないため、AlGaAs層18Bと電極54との間のコンタクト部は、絶縁膜92によって保護される。したがって、本実施形態の構成によれば、AlGaAs層18Bと電極54との間のコンタクト部が電蝕によるダメージを受けるのを防止することができ、AlGaAs層18Bと電極54との間のコンタクトの信頼性を向上することができる。

40

【 0 0 9 4 】

このように、本実施形態によれば、転送信号ラインを構成する配線にクラックが生じた場合の影響を低減し、転送動作が途中で停止してしまうのを抑制することができる。これにより、信頼性の高い自己走査型回路を備えた半導体発光装置を実現することができる。

【 0 0 9 5 】

[第4実施形態]

本発明の第4実施形態による半導体発光装置について、図13を用いて説明する。第1乃至第3実施形態による半導体発光装置と同様の構成要素には同一の符号を付し、説明を省略し或いは簡潔にする。図13は、本実施形態による半導体発光装置におけるシフトサ

50

イリスタの構造を示す概略断面図である。

【 0 0 9 6 】

本実施形態は、配線 9 4 がメサ 6 6 を跨ぐ部分において、配線 9 4 を分断するようにした構成例である。本実施形態の構成においても、メサ 6 6 の両脇の間における電氣的な接続は電極 5 4 によって維持できるため、配線 9 4 は必ずしもメサ 6 6 を跨ぐように形成する必要はない。

【 0 0 9 7 】

また、本実施形態の構成においては、メサ 6 6 の角部において電極 5 4 と配線 9 4 とが重なっていないため、配線 9 4 を厚くするなどして配線 9 4 の応力が増加した場合でも、この応力が電極 5 4 に影響することはない。これにより、電極 5 4 にクラックが生じるなどの不具合を防止することができる。

10

【 0 0 9 8 】

なお、図 1 3 には第 2 実施形態の構成に本実施形態を適用した構成例を示したが、第 3 実施形態の構成に本実施形態の構成を適用することも可能である。

【 0 0 9 9 】

このように、本実施形態によれば、転送信号ラインを構成する配線にクラックが生じるのを低減し、転送動作が途中で停止してしまうのを抑制することができる。これにより、信頼性の高い自己走査型回路を備えた半導体発光装置を実現することができる。

【 0 1 0 0 】

[第 5 実施形態]

本発明の第 5 実施形態による半導体発光装置について、図 1 4 を用いて説明する。第 1 乃至第 4 実施形態による半導体発光装置と同様の構成要素には同一の符号を付し、説明を省略し或いは簡潔にする。図 1 4 は、本実施形態による半導体発光装置におけるシフトサイリスタの構造を示す概略断面図である。

20

【 0 1 0 1 】

これまでの実施形態では、転送信号ライン 7 4 , 7 6 がシフトサイリスタ T を構成するメサ 6 6 の上を跨ぐ部分に着目して説明をしてきたが、転送信号ライン 7 4 は、図 3 に示すように、ゲート抵抗 R g を構成するメサ 6 2 をも跨ぐ構成となっている。したがって、これまでの実施形態で説明したシフトサイリスタ T 部の構成は、ゲート抵抗 R g 部に適用することも可能である。

30

【 0 1 0 2 】

メサ 6 2 と転送信号ライン 7 4 との交差部は、これらが互いに電氣的に接続する構成とはなっていない点で、がメサ 6 6 と転送信号ライン 7 4 , 7 6 との交差部とは異なっている。そのため、メサ 6 2 と転送信号ライン 7 4 との交差部にメサ 6 6 部の電極 5 4 に対応する電極は基本的には不要であるが、本実施形態ではあえてメサ 6 2 と転送信号ライン 7 4 との交差部にメサ 6 6 部の電極 5 4 に対応する電極 5 0 を配置する。

【 0 1 0 3 】

すなわち、本実施形態では、図 1 4 (a) 及び図 1 4 (b) に示すように、メサ 6 6 部における電極 5 4 と同様、転送信号ライン 7 4 が延伸する方向 (X 方向) に沿ったメサ 6 2 の両脇からメサ 6 2 の側面及び上面に延在するように電極 5 0 を配置する。電極 5 0 とメサ 6 2 との間は、絶縁膜 9 0 によって絶縁する。そして、この電極 5 0 と、その上層に形成される転送信号ライン 7 4 とを、電氣的に接続する。

40

【 0 1 0 4 】

図 1 4 (a) の構成例では、第 2 実施形態の場合と同様、絶縁膜 9 2 に、転送信号ライン 7 4 が延伸する方向 (X 方向) に沿ったメサ 6 2 の両脇からメサ 6 2 の側面及び上面に至る部分において電極 5 0 を露出する開口部 9 2 E を設けている。そして、この開口部 9 2 E を介して、電極 5 0 と転送信号ライン 7 4 とを電氣的に接続している。図 1 4 (b) の構成例では、第 3 実施形態の場合と同様、メサ 6 2 の両脇に位置する部分において電極 5 0 を露出する開口部 9 2 F , 9 2 G を絶縁膜 9 2 に設けている。そして、この開口部 9 2 F , 9 2 G 介して、電極 5 0 と転送信号ライン 7 4 とを電氣的に接続している。

50

【 0 1 0 5 】

したがって、本実施形態の上記構成によれば、転送信号ライン 7 4 がメサ 6 2 を跨ぐ部分において、仮に転送信号ライン 7 4 にクラックが生じて、転送信号ライン 7 4 を構成する信号線が途中で断線することはない。

【 0 1 0 6 】

本実施形態の上記構成は、図 3 において、転送信号ライン 7 6 と配線 7 8 とが交差する部分に適用することも可能である。

【 0 1 0 7 】

このように、本実施形態によれば、転送信号ラインを構成する配線にクラックが生じた場合の影響を低減し、転送動作が途中で停止してしまうのを抑制することができる。これにより、信頼性の高い自己走査型回路を備えた半導体発光装置を実現することができる。

10

【 0 1 0 8 】

[第 6 実施形態]

本発明の第 6 実施形態による画像形成装置について、図 1 5 乃至図 1 7 を用いて説明する。第 1 乃至第 5 実施形態による半導体発光装置と同様の構成要素には同一の符号を付し、説明を省略し或いは簡潔にする。図 1 5 は、本実施形態による画像形成装置の構成例を示す概略図である。図 1 6 は、本実施形態による画像形成装置の露光ヘッドの構成例を示す概略図である。図 1 7 は、本実施形態による画像形成装置の面発光素子アレイチップ群を示す概略図である。

【 0 1 0 9 】

第 1 乃至第 5 実施形態として説明した半導体発光装置 1 0 0 は、種々の電子機器、例えば、イメージスキャナ、複写機、ファックスなどの画像形成装置に適用可能である。本実施形態では、第 1 乃至第 3 実施形態の半導体発光装置 1 0 0 を用いた電子機器の一例として、電子写真方式の画像形成装置について説明する。

20

【 0 1 1 0 】

本実施形態による画像形成装置 2 0 0 は、図 1 5 に示すように、スキャナ部 2 1 0 と、作像部 2 2 0 と、定着部 2 4 0 と、給紙 / 搬送部 2 5 0 と、これらを制御する不図示の画像形成制御部と、を有する。

【 0 1 1 1 】

スキャナ部 2 1 0 は、原稿台に置かれた原稿に対して照明を当てて原稿の画像を光学的に読み取り、その画像を電気信号に変換して画像データを作成する。

30

【 0 1 1 2 】

作像部 2 2 0 は、電子写真プロセスを用いて現像を行う現像ユニットを複数有する。各現像ユニットは、感光体ドラム 2 2 2 と、露光ヘッド 2 2 4 と、帯電器 2 2 6 と、現像器 2 2 8 と、を有する。現像ユニットは、トナー像の現像に用いる構成を収めたプロセスカートリッジであってもよい。この場合、プロセスカートリッジは、画像形成装置の本体に対して着脱可能であることが好ましい。

【 0 1 1 3 】

感光体ドラム 2 2 2 は、静電潜像が形成される像担持体である。感光体ドラム 2 2 2 は、回転駆動され、帯電器 2 2 6 によって帯電する。

40

【 0 1 1 4 】

露光ヘッド 2 2 4 は、前記画像データに応じた光を感光体ドラム 2 2 2 に照射し、感光体ドラム 2 2 2 に静電潜像を形成する。

【 0 1 1 5 】

現像器 2 2 8 は、感光体ドラム 2 2 2 に形成された静電潜像に対してトナー（現像剤）を供給して現像する。トナーは、収納部に収納されている。トナーを収納する収納部は、現像ユニットに含まれていることが好ましい。現像されたトナー像（現像剤像）は、転写ベルト 2 3 0 上に搬送された紙などの記録媒体上に転写される。

【 0 1 1 6 】

本実施形態の画像形成装置は、一連の電子写真プロセスを用いて現像を行う現像ユニッ

50

ト（現像ステーション）を4つ有し、各現像ユニットからトナー像を転写することにより、所望の画像を形成する。4つの現像ユニットは、それぞれ異なる色のトナーを有している。具体的には、シアン（C）、マゼンタ（M）、イエロー（Y）、ブラック（K）の順に並べられた4つの現像ユニットは、シアンでの作像動作の開始から所定時間経過後に、マゼンタ、イエロー、ブラックでの作像動作を順次実行していく。

【0117】

給紙/搬送部250は、本体給紙ユニット252a、252b、外部給紙ユニット252c及び手差し給紙ユニット252dのうち、予め指示された給紙ユニットから紙を給紙する。給紙された紙はレジローラ254まで搬送される。

【0118】

レジローラ254は、前述した作像部220において形成されたトナー像が紙上に転写されるように、転写ベルト230上に紙を搬送する。

【0119】

光学センサ232が、転写ベルト230のトナー像が転写される面と対向するように配置されており、各現像ユニット間の色ズレ量を導出するため、転写ベルト230上に印字されたテストチャートの位置検出を行う。ここで導出された色ズレ量は、不図示の画像コントローラ部に送られ、各色の画像位置の補正に用いられる。この制御によって、紙上に、色ずれのないフルカラートナー像を転写することができる。

【0120】

定着部240は、複数のローラと、ハロゲンヒータ等の熱源とを内蔵し、前記転写ベルト230上からトナー像が転写された紙上のトナーを、熱と圧力によって溶解、定着し、排紙ローラ242にて画像形成装置200の外部に排紙する。

【0121】

不図示の画像形成制御部は、画像形成装置を含む複合機（MFP）全体を制御するMFP制御部と接続されておりして、MFP制御部からの指示に応じて制御を実行する。また、画像形成制御部は、上述のスキヤナ部210、作像部220、定着部240及び給紙/搬送部250の状態を管理しながら、全体が調和を保って円滑に動作できるよう指示を行う。

【0122】

本実施形態による画像形成装置の露光ヘッド224について、図16を用いて説明する。図16(a)は、感光体ドラム222に対する露光ヘッド224の配置を示している。図16(b)は、露光ヘッド224からの光が感光体ドラム222の表面に結像されている様子を示している。

【0123】

露光ヘッド224は、図16(a)に示すように、感光体ドラム222と対向するように配置されている。露光ヘッド224及び感光体ドラム222の各々は、不図示の取り付け部材によって画像形成装置200に取り付けられて使用される。

【0124】

露光ヘッド224は、図16(b)に示すように、面発光素子アレイチップ群264と、面発光素子アレイチップ群264を実装するプリント基板262と、ロッドレンズアレイ266と、を有する。また、露光ヘッド224は、ロッドレンズアレイ266とプリント基板262とを支持するハウジング（支持部材）260を有する。

【0125】

ロッドレンズアレイ266は、面発光素子アレイチップ群264からの光を集光する光学系である。露光ヘッド224は、面発光素子アレイチップ群264のチップ面から発生させた光を、ロッドレンズアレイ266によって感光体ドラム222に集光し、画像データに応じた静電潜像を感光体ドラム222に形成する。

【0126】

露光ヘッド224は、工場内にて単体で組み立て調整作業が行われ、画像形成装置に取り付けた場合に光の集光位置が適切な位置になるように、各スポットのピント調整、光量

10

20

30

40

50

調整が行われることが好ましい。ここで、感光体ドラム 2 2 2 とロッドレンズアレイ 2 6 6 との間の距離、及びロッドレンズアレイ 2 6 6 と面発光素子アレイチップ群 2 6 4 との間の距離は、所定の間隔となるように配置される。これにより、露光ヘッド 2 2 4 からの光が感光体ドラム 2 2 2 上に結像される。このため、ピント調整時においては、ロッドレンズアレイ 2 6 6 と面発光素子アレイチップ群 2 6 4 との距離が所望の値となるように、ロッドレンズアレイ 2 6 6 の取り付け位置の調整が行われる。また、光量調整時においては、各発光点を順次発光させていき、ロッドレンズアレイ 2 6 6 を介して集光させた光が、所定光量になるように各発光点の駆動電流が調整される。

【 0 1 2 7 】

本実施形態の露光ヘッド 2 2 4 は、感光体ドラム 2 2 2 に露光を行い、感光体ドラム 2 2 2 に静電潜像を形成する際に好適に用いることができる。しかしながら露光ヘッド 2 2 4 の用途は特に限定はされず、露光ヘッド 2 2 4 を例えばラインスキャナの光源として用いることもできる。

10

【 0 1 2 8 】

本実施形態による画像形成装置の面発光素子アレイチップ群 2 6 4 について、図 1 7 を用いて説明する。図 1 7 は、面発光素子アレイチップ群 2 6 4 を配列したプリント基板 2 6 2 を模式的に示す図である。

【 0 1 2 9 】

図 1 7 (a) は、面発光素子アレイチップ群 2 6 4 を配列したプリント基板 2 6 2 の、面発光素子アレイチップ群 2 6 4 が実装されている面（以降、「面発光素子アレイ実装面」と称する）を模式的に示している。

20

【 0 1 3 0 】

図 1 7 (a) に示すように、面発光素子アレイチップ群 2 6 4 は、本実施形態では、2 9 個の面発光素子アレイチップ C 1 ~ C 2 9 で構成される。面発光素子アレイチップ群 2 6 4 は、プリント基板 2 6 2 の面発光素子アレイ実装面に実装されている。面発光素子アレイチップ C 1 ~ C 2 9 は、プリント基板 2 6 2 お上に千鳥状に 2 列に配列されている。面発光素子アレイチップ C 1 ~ C 2 9 の各列は、プリント基板 2 6 2 の長手方向に沿って配置される。

【 0 1 3 1 】

面発光素子アレイチップ C 1 ~ C 2 9 の各々は、第 1 乃至第 3 実施形態のいずれかに記載の半導体発光装置 1 0 0 によって構成されうる。面発光素子アレイチップ C 1 ~ C 2 9 の各々は、5 1 6 個の発光点を有しており、それぞれの発光点に対応する 5 1 6 個の発光サイリスタ L を有している。面発光素子アレイチップ C 1 ~ C 2 9 のそれぞれにおいて、5 1 6 個の発光サイリスタ L は、チップの長手方向に所定のピッチで一次元的に配列されている。隣接する発光サイリスタ L 間は、素子分離溝で分離されている。すなわち、面発光素子アレイチップ C 1 ~ C 2 9 は、複数の発光サイリスタ L が一次元的に配列された発光サイリスタアレイと呼ぶこともできる。本実施形態では、隣接する発光サイリスタ間のピッチは、 $21.16 \mu\text{m}$ となっており、これは 1200 dpi の解像度のピッチに相当する。また、チップ内における 5 1 6 個の発光点の端から端までの間隔は、約 10.9 mm ($21.16 \mu\text{m} \times 516$) である。

30

40

【 0 1 3 2 】

図 1 7 (b) は、プリント基板 2 6 2 の、面発光素子アレイ実装面とは反対側の面（以降、「面発光素子アレイ非実装面」と称する）を模式的に示す図である。

【 0 1 3 3 】

図 1 7 (b) に示すように、面発光素子アレイ非実装面には、面発光素子アレイチップ C 1 ~ C 1 5 を駆動する駆動部 2 6 8 a と、面発光素子アレイチップ C 1 6 ~ C 2 9 を駆動する駆動部 2 6 8 b が、コネクタ 2 7 0 の両側に配置されている。コネクタ 2 7 0 には、不図示の画像コントローラ部から駆動部 2 6 8 a , 2 6 8 b を制御する信号線、電源及びグランド線が接続されている。また、コネクタ 2 7 0 には、面発光素子アレイ非実装面上の駆動部 2 6 8 a , 2 6 8 b がそれぞれ配線 2 7 2 a , 2 7 2 b を介して接続されてい

50

る。駆動部 268a, 268b からは、面発光素子アレイチップを駆動するための配線がプリント基板 262 の内層を通り、各々面発光素子アレイチップ C1 ~ C15、面発光素子アレイチップ C16 ~ C29 に接続されている。

【0134】

図 17(c) は、面発光素子アレイチップ C28 と面発光素子アレイチップ C29 との間の境界部の様子を示している。

【0135】

面発光素子アレイチップ C28、C29 の端部には、それぞれ制御信号を入力するためのワイヤボンディングパッド 280, 290 が配置されている。ワイヤボンディングパッド 280, 290 から入力した信号により、それぞれ面発光素子アレイチップ C28、C29 の転送部 282, 292 及び発光サイリスタ 284, 294 が駆動する。面発光素子アレイチップ間の境界部においても、発光サイリスタ 284, 294 の長手方向のピッチは、1200 dpi の解像度のピッチに相当する 21.16 μm となっている。チップの実装精度を考慮し、各チップの発光サイリスタがオーバーラップするように配置しても良い。

10

【0136】

プリント基板 262 の上には、1つ当たり 516 個の発光点を有する面発光素子アレイチップ C1 ~ C29 が 29 個配列されているため、面発光素子アレイチップ群 264 全体では、発光させることができる発光サイリスタ L の数は 14,964 個となる。また、本実施形態の面発光素子アレイチップ群 264 によって露光できる幅は、約 316 mm (10.9 mm x 29) となる。面発光素子アレイチップ群 264 を搭載した露光ヘッドを用いれば、この幅に対応した画像を形成することができる。

20

【0137】

本実施形態の画像形成装置は、レーザビームをポリゴンモータで偏向走査するレーザ走査方式の画像形成装置と比較して、使用する部品数が少ないため、装置の小型化、低コスト化が容易である。

【0138】

[変形実施形態]

本発明は、上記実施形態に限らず種々の変形が可能である。

【0139】

例えば、いずれかの実施形態の一部の構成を他の実施形態に追加した例や、他の実施形態の一部の構成と置換した例も、本発明の実施形態である。

30

【0140】

また、上記実施形態では、転送ダイオード D とゲート抵抗 R_g とを別々のメサに設けたが、転送ダイオード D とゲート抵抗 R_g とを同じメサに設けてもよい。また、上記実施形態では、シフトサイリスタ T と発光サイリスタ L とを別々のメサに設けたが、シフトサイリスタ T と発光サイリスタ L とを同じメサに設けてもよい。シフトサイリスタの上に発光素子を積層した構造や、発光素子の上にシフトサイリスタを積層した構造など、メサの段差が大きくなるような構造なども好適な例である。

【0141】

また、上記実施形態においては、1 個のシフトサイリスタ T に対して 1 個又は 4 個の発光サイリスタ L を接続し、同時に 1 個又は 4 個の発光サイリスタ L を点灯可能な構成としたが、同時に点灯可能な発光サイリスタ L の数はこれらに限定されるものではない。

40

【0142】

また、上記実施形態においては、シフトサイリスタ T 及び発光サイリスタ L について、n ゲートタイプのサイリスタを例にして説明したが、これらを p ゲートタイプのサイリスタで構成するようにしてもよい。この場合、シフトサイリスタ T、発光サイリスタ L 及び転送ダイオード D を構成する各半導体層の導電型を反転するように構成すればよい。

【0143】

また、上記実施形態では、半導体発光装置を構成する III - V 族化合物半導体として、III

50

族元素として少なくともGaを含み、V族元素として少なくともAsを含む、GaAs系の化合物半導体材料を例示した。しかしながら、半導体発光装置を構成するIII-V族化合物半導体として、III族元素として少なくともInを含み、V族元素として少なくともPを含む、InP系の化合物半導体材料を用いてもよい。また、III-V族化合物半導体のみならず、IV族半導体やII-VI族化合物半導体を用いて半導体発光装置を構成してもよい。また、上記実施形態において説明した半導体層の構成材料の組成、厚さ、不純物濃度などは好適な一例であり、適宜変更することが可能である。

【0144】

また、転送ダイオード部、シフトサイリスタ部及び発光サイリスタ部を同一の基板上に集積する場合、発光サイリスタLの光出力を増すために、GaAs基板10AとAlGaAs層12Aとの間に分布ブラッグ型反射層(DBR層)を設けてもよい。DBR層は、例えば、高Al組成のAlGaAs層と低Al組成のAlGaAs層とを各層の光学長が $\lambda/4$ となるように交互に積層することによって構成可能である。高Al組成のAlGaAs層と低Al組成のAlGaAs層との組み合わせとしては、例えば、Al_{0.8}Ga_{0.2}AsとAl_{0.2}Ga_{0.8}Asや、Al_{0.9}Ga_{0.1}AsとAl_{0.1}Ga_{0.9}Asを適用することができる。DBR層は、総数が多いほど反射率が高くできるため、20層程度以上の積層体を構成することが好ましい。

10

【0145】

また、発光サイリスタLの発光効率を高めるために、発光部となるAlGaAs層16AやAlGaAs層14Aを、多重量子井戸(MQW)構造としてもよい。

20

【0146】

また、上記第6実施形態に示した画像形成装置は、本発明の半導体発光装置を適用する画像形成装置の例を示したものであり、本発明の半導体発光装置を適用可能な画像形成装置は図15に示した構成に限定されるものではない。また、本発明の半導体発光装置は、画像形成装置のみならず、半導体発光装置を用いる種々の電子機器に適用可能である。

【0147】

なお、上記実施形態は、いずれも本発明を実施するにあたっての具体化の例を示したものに過ぎず、これらによって本発明の技術的範囲が限定的に解釈されてはならないものである。すなわち、本発明はその技術思想、又はその主要な特徴から逸脱することなく、様々な形で実施することができる。

30

【符号の説明】

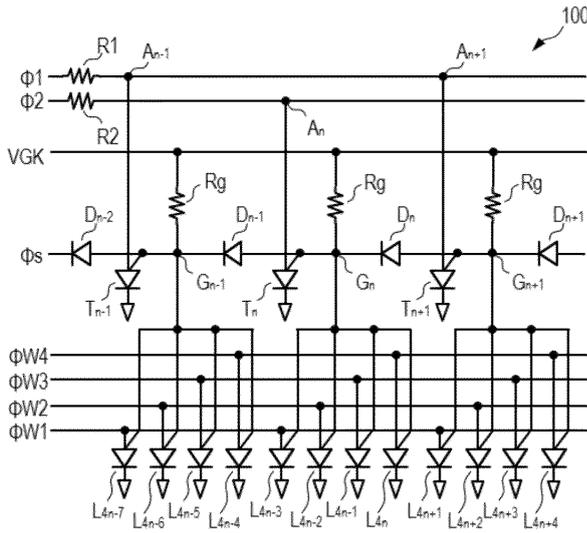
【0148】

10...半導体基板
 10A...GaAs基板
 12, 14, 16, 18, 20...半導体層
 12A, 14A, 16A, 18A, 18B...AlGaAs層
 30, 32, 34, 42, 44, 46, 48, 52, 54...電極
 62, 64, 66, 68...メサ
 74, 76...転送信号ライン
 90, 92...絶縁膜
 90A, 92A, 92B, 92C, 92D, 92E, 92F, 92G...開口部
 94...配線
 96...クラック
 100...半導体発光装置
 200...画像形成装置
 224...露光ヘッド

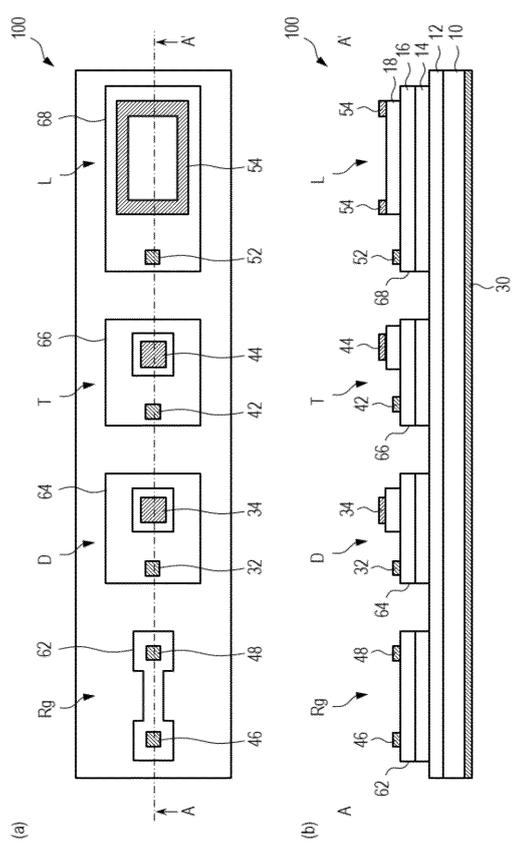
40

【図面】

【図 1】



【図 2】



10

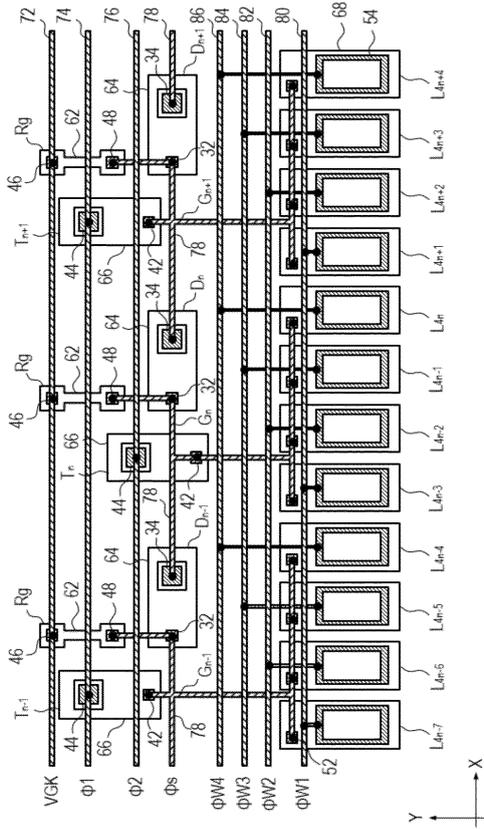
20

30

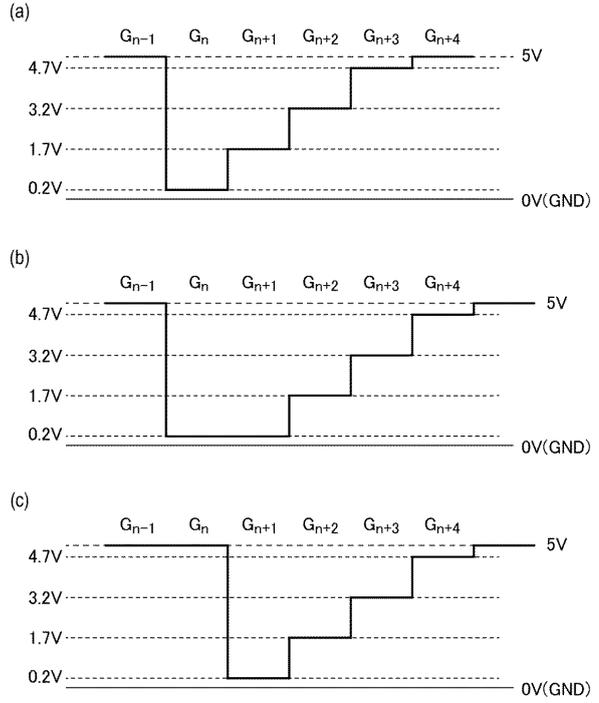
40

50

【図 3】



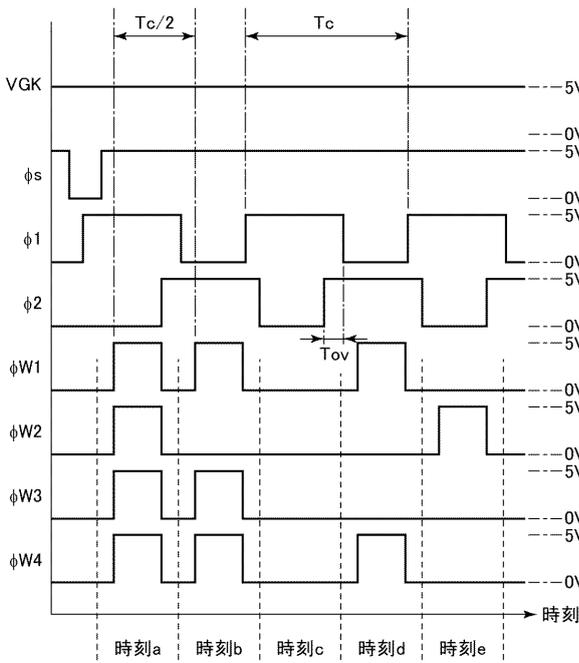
【図 4】



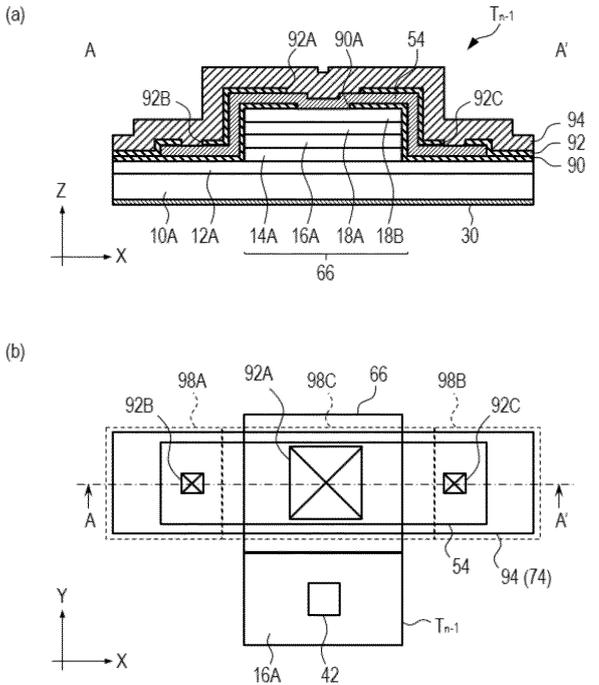
10

20

【図 5】



【図 6】

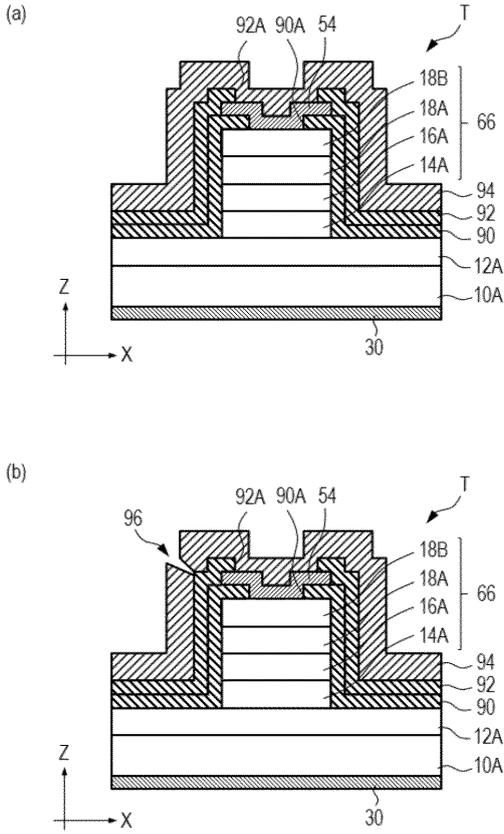


30

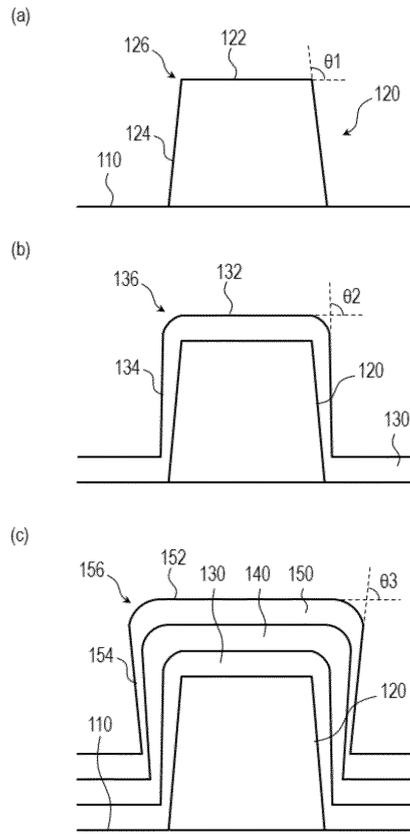
40

50

【図 7】



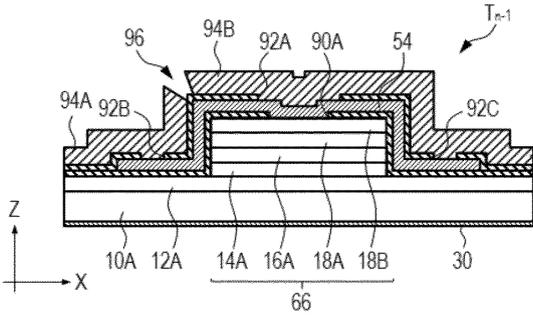
【図 8】



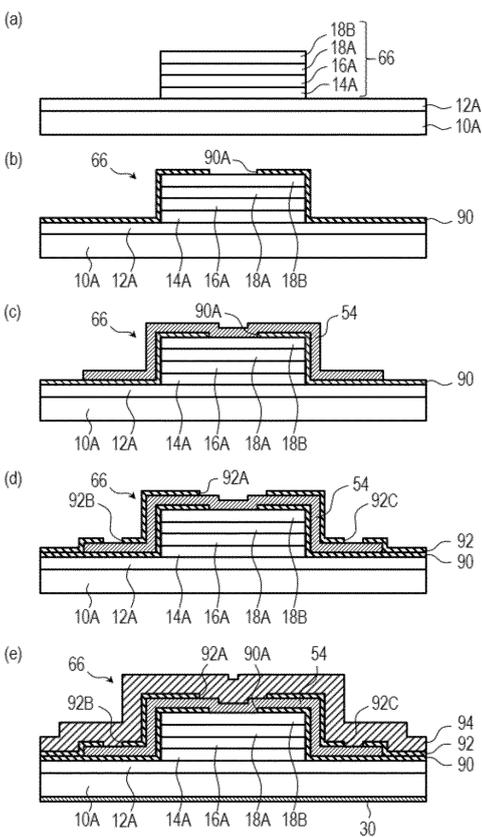
10

20

【図 9】



【図 10】

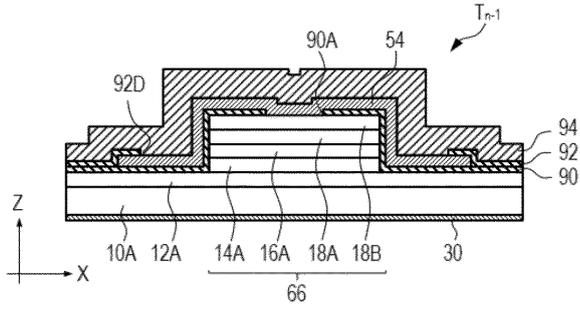


30

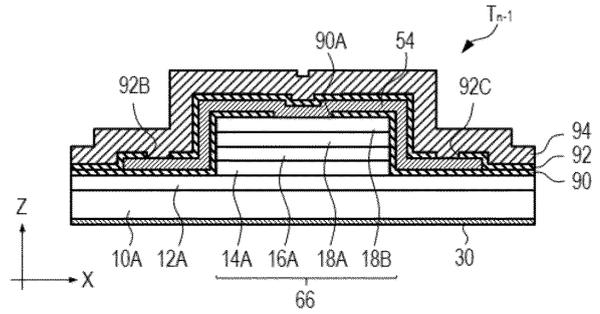
40

50

【図 1 1】

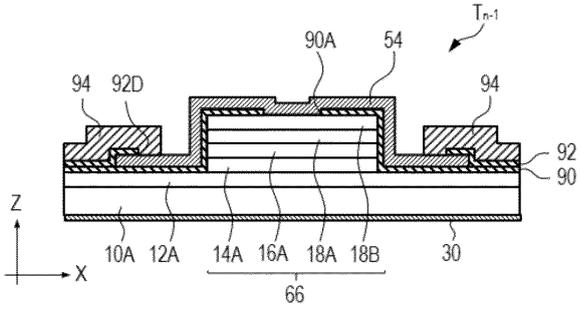


【図 1 2】

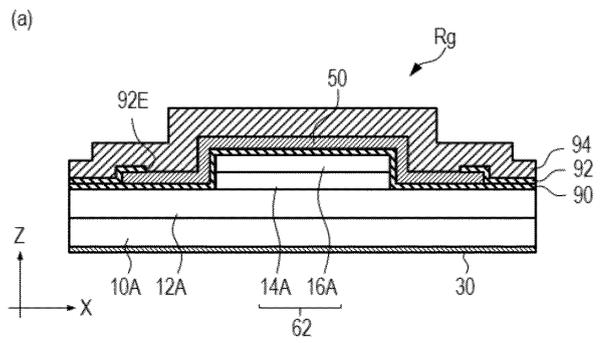


10

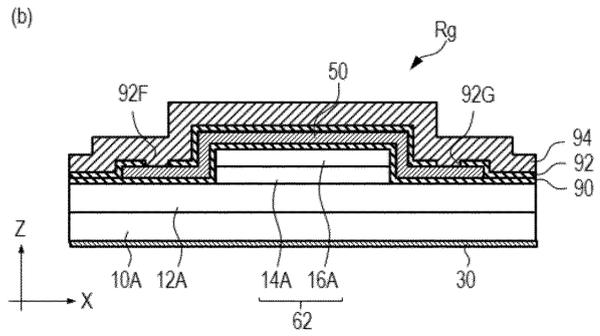
【図 1 3】



【図 1 4】



20

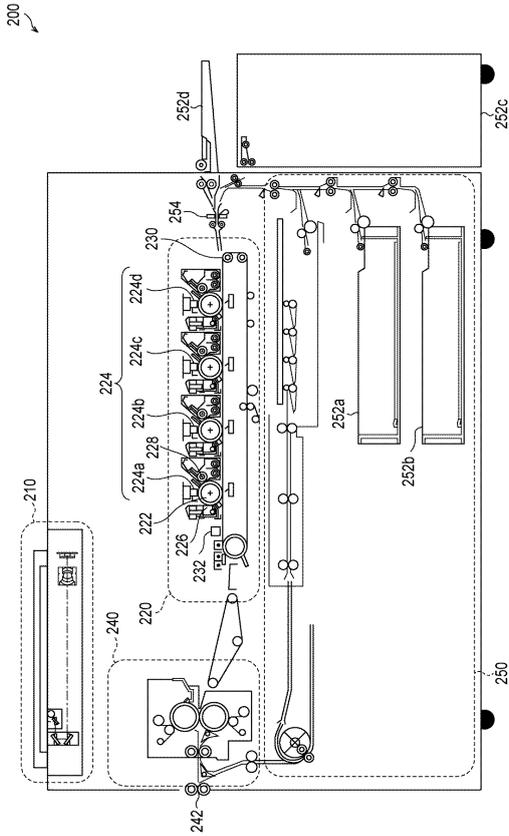


30

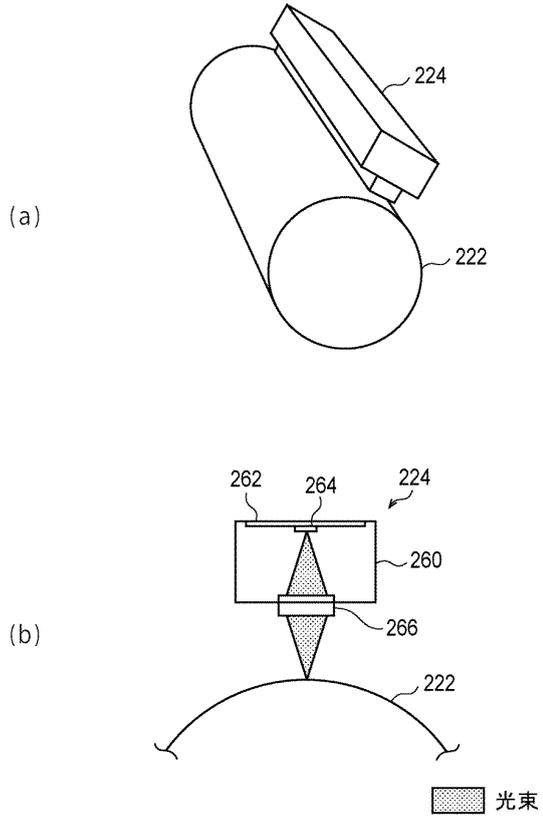
40

50

【図 15】



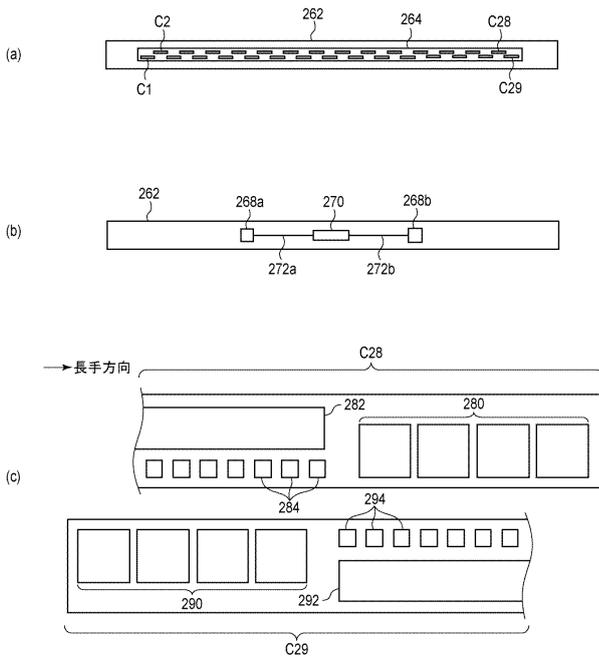
【図 16】



10

20

【図 17】



30

40

50

フロントページの続き

(51)国際特許分類

F I
H 0 4 N 1/036

(56)参考文献 特開 2 0 1 1 - 1 3 5 0 4 9 (J P , A)
特開 2 0 1 1 - 1 3 5 0 6 7 (J P , A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., D B 名)

H 0 1 L 3 3 / 0 0 - 3 3 / 4 6
H 0 1 L 2 1 / 2 8 - 2 1 / 2 8 8
H 0 1 L 2 1 / 4 4 - 2 1 / 4 4 5
H 0 1 L 2 9 / 4 0 - 2 9 / 4 7
H 0 1 L 2 9 / 7 4 - 2 9 / 7 4 7