

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)公開番号
特開2024-78703
(P2024-78703A)

(43)公開日 令和6年6月11日(2024.6.11)

(51)国際特許分類	F I	テーマコード (参考)
H 0 1 S 5/183(2006.01)	H 0 1 S 5/183	2 H 1 9 9
H 0 1 S 5/343(2006.01)	H 0 1 S 5/343 6 1 0	5 F 1 7 3
H 0 1 S 5/0234(2021.01)	H 0 1 S 5/0234	
B 3 3 Y 30/00 (2015.01)	B 3 3 Y 30/00	
G 0 2 B 27/02 (2006.01)	G 0 2 B 27/02 Z	
審査請求 未請求 請求項の数 8 O L (全17頁)		

(21)出願番号	特願2022-191198(P2022-191198)	(71)出願人	000002369
(22)出願日	令和4年11月30日(2022.11.30)		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	望月 理光
			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
		F ターム (参考)	2H199 CA23 CA29 CA42 CA47
			CA68 CA83 CA87
			5F173 AC03 AC14 AC35 AC42
			最終頁に続く

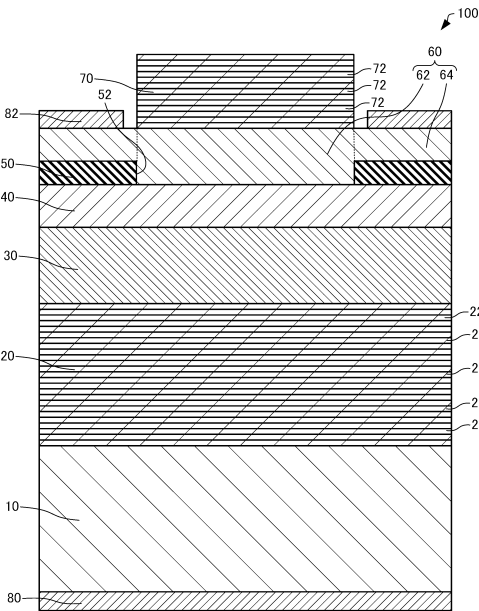
(54)【発明の名称】 発光装置、三次元造形装置、およびヘッドマウントディスプレイ

(57)【要約】

【課題】発光層に均一性よく電流を注入できる光装置を提供する。

【解決手段】第1導電型を有する複数の半導体層からなる第1多層膜ミラーと、第2多層膜ミラーと、前記第1多層膜ミラーと前記第2多層膜ミラーとの間に設けられた発光層と、前記発光層と前記第2多層膜ミラーとの間に設けられ、前記第1導電型と異なる第2導電型を有するGa N系半導体層と、前記Ga N系半導体層と前記第2多層膜ミラーとの間に設けられた第1部分と、前記第1多層膜ミラーと前記発光層との積層方向からみて前記第2多層膜ミラーと重ならない第2部分と、を備え、前記第2導電型を有する半導体層と、前記第2部分に設けられた電極と、を有し、前記第2導電型を有する半導体層を構成する材料は、前記発光層を構成する材料のバンドギャップより大きく、かつ、前記Ga N系半導体層を構成する材料のバンドギャップより小さい、発光装置。

【選択図】図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第 1 導電型を有する複数の半導体層からなる第 1 多層膜ミラーと、
第 2 多層膜ミラーと、
前記第 1 多層膜ミラーと前記第 2 多層膜ミラーとの間に設けられた発光層と、
前記発光層と前記第 2 多層膜ミラーとの間に設けられ、前記第 1 導電型と異なる第 2 導電型を有する G a N 系半導体層と、
前記 G a N 系半導体層と前記第 2 多層膜ミラーとの間に設けられた第 1 部分と、前記第 1 多層膜ミラーと前記発光層との積層方向からみて前記第 2 多層膜ミラーと重ならない第 2 部分と、を備え、前記第 2 導電型を有する半導体層と、
前記第 2 部分に設けられた電極と、
を有し、

10

前記第 2 導電型を有する半導体層を構成する材料は、前記発光層を構成する材料のバンドギャップより大きく、かつ、前記 G a N 系半導体層を構成する材料のバンドギャップより小さい、発光装置。

【請求項 2】

請求項 1 において、
前記第 2 導電型を有する半導体層は、4 H - S i C からなり、
前記 G a N 系半導体層は、G a N 層である、発光装置。

【請求項 3】

20

請求項 1 において、
前記第 2 導電型を有する半導体層は、
第 1 層と、
前記第 1 層よりも不純物濃度が高い第 2 層と、
を有し、

前記第 2 層は、前記第 1 層と前記電極との間に設けられている、発光装置。

【請求項 4】

請求項 1 において、
基板と、サブマウントと、を有し、
前記第 1 多層膜ミラーは、前記基板と前記発光層との間に設けられ、
前記第 2 多層膜ミラーは、前記サブマウントと前記第 2 導電型を有する半導体層との間に設けられている、発光装置。

30

【請求項 5】

請求項 1 において、
前記第 2 多層膜ミラーは、複数の誘電体層からなる、発光装置。

【請求項 6】

請求項 1 において、
前記第 1 導電型は、n 型であり、
前記第 2 導電型は、p 型である、発光装置。

【請求項 7】

40

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載された発光装置を有する、三次元造形装置。

【請求項 8】

請求項 1 ないし 6 のいずれか 1 項に記載された発光装置を有する、ヘッドマウントディスプレイ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光装置、三次元造形装置、およびヘッドマウントディスプレイに関する。

【背景技術】

【0002】

50

基板面に対して垂直方向に光を出射する垂直共振器型面発光レーザー（Vertical Cavity Surface Emitting Laser：VCSEL）が知られている。

【0003】

例えば特許文献1には、下部DBR層と、上部DBRと、下部DBR層と上部DBRとの間に設けられた活性層と、活性層と上部DBR層との間に設けられたp型の半導体層と、p型の半導体層に設けられた電極と、を備えたVCSELが記載されている。特許文献1では、上部DBRは、p型の半導体層の中央に設けられ、電極は、p型の半導体層の端に設けられている。

【先行技術文献】

【特許文献】

10

【0004】

【特許文献1】特開2004-72118号公報

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記のようなVCSELにおいて、青色や緑色のレーザー光を出射する場合、GaN系の半導体材料が用いられる。しかしながら、GaN系の半導体材料からなるp型の半導体層は、抵抗率が高いため、電極から注入された電流が、活性層の中央に注入され難い。

【課題を解決するための手段】

【0006】

20

本発明に係る発光装置の一態様は、
第1導電型を有する複数の半導体層からなる第1多層膜ミラーと、
第2多層膜ミラーと、
前記第1多層膜ミラーと前記第2多層膜ミラーとの間に設けられた発光層と、
前記発光層と前記第2多層膜ミラーとの間に設けられ、前記第1導電型と異なる第2導電型を有するGaN系半導体層と、
前記GaN系半導体層と前記第2多層膜ミラーとの間に設けられた第1部分と、前記第1多層膜ミラーと前記発光層との積層方向からみて前記第2多層膜ミラーと重ならない第2部分と、を備え、前記第2導電型を有する半導体層と、
前記第2部分に設けられた電極と、
を有し、
前記第2導電型を有する半導体層を構成する材料は、前記発光層を構成する材料のバンドギャップより大きく、かつ、前記GaN系半導体層を構成する材料のバンドギャップより小さい。

【0007】

本発明に係る三次元造形装置の一態様は、
前記発光装置の一態様を有する。

【0008】

本発明に係るヘッドマウントディスプレイの一態様は、
前記発光装置の一態様を有する。

40

【図面の簡単な説明】

【0009】

【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】本実施形態の第1変形例に係る発光装置を模式的に示す断面図。

【図4】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5】本実施形態に係る三次元造形装置を模式的に示す図。

【図6】本実施形態に係る三次元造形装置の光源を模式的に示す図。

【図7】本実施形態の変形例に係る三次元造形装置を模式的に示す図。

【図8】本実施形態に係るヘッドマウントディスプレイを模式的に示す斜視図。

50

【図 9】本実施形態に係るヘッドマウントディスプレイの光学系を説明するための図。

【発明を実施するための形態】

【0010】

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。

【0011】

1. 発光装置

1.1. 構成

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。

【0012】

発光装置 100 は、図 1 に示すように、例えば、基板 10 と、第 1 多層膜ミラー 20 と、発光層 30 と、Ga N 系半導体層 40 と、絶縁層 50 と、半導体層 60 と、第 2 多層膜ミラー 70 と、第 1 電極 80 と、第 2 電極 82 と、を有している。発光装置 100 は、例えば、青色光、緑色光を出射する VCSEL である。

【0013】

基板 10 は、例えば、第 1 導電性を有する。第 1 導電性は、例えば、n 型である。基板 10 は、例えば、Si がドーピングされた n 型の Ga N 基板である。

【0014】

第 1 多層膜ミラー 20 は、基板 10 上に設けられている。第 1 多層膜ミラー 20 は、基板 10 と発光層 30 との間に設けられている。第 1 多層膜ミラー 20 は、複数の半導体層 22 からなる。複数の半導体層 22 は、例えば、n 型を有する。複数の半導体層 22 は、高屈折率層と、高屈折率層よりも屈折率が低い低屈折率層と、によって構成されている。第 1 多層膜ミラー 20 は、高屈折率層と低屈折率層とが交互に積層された DBR (Distributed Bragg Reflector) である。高屈折率層は、例えば、Si がドーピングされた n 型の Ga N 層である。低屈折率層は、例えば、Si がドーピングされた n 型の In Al N 層 (例えば In_{0.18}Al_{0.82}N 層) である。複数の半導体層 22 の数は、特に限定されない。

【0015】

なお、本明細書では、第 1 多層膜ミラー 20 と発光層 30 との積層方向 (以下、単に「積層方向」ともいう) において、発光層 30 を基準とした場合、発光層 30 から第 2 多層膜ミラー 70 に向かう方向を「上」とし、発光層 30 から第 1 多層膜ミラー 20 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。

【0016】

発光層 30 は、第 1 多層膜ミラー 20 上に設けられている。発光層 30 は、第 1 多層膜ミラー 20 と第 2 多層膜ミラー 70 との間に設けられている。図示の例では、発光層 30 は、第 1 多層膜ミラー 20 と Ga N 系半導体層 40 との間に設けられている。発光層 30 は、電流が注入されることで光を発生させる。発光層 30 は、例えば、ウェル層と、バリア層と、を有している。ウェル層およびバリア層は、不純物が意図的にドーピングされていない i 型の半導体層である。ウェル層は、例えば、In Ga N 層である。バリア層は、例えば、Ga N 層である。発光層 30 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。

【0017】

なお、発光層 30 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 層だけ設けられていてもよく、この場合、発光層 30 は、SQW (Single Quantum Well) 構造を有している。

【0018】

Ga N 系半導体層 40 は、発光層 30 上に設けられている。Ga N 系半導体層 40 は、

10

20

30

40

50

発光層 30 と第 2 多層膜ミラー 70 との間に設けられている。図示の例では、GaN 系半導体層 40 は、発光層 30 と半導体層 60 との間に設けられている。GaN 系半導体層 40 は、第 1 導電型と異なる第 2 導電型を有する。第 2 導電型は、例えば、p 型である。GaN 系半導体層 40 は、Ga と N とを含む半導体層である。GaN 系半導体層 40 は、Mg がドーパされた p 型の GaN 層である。なお、GaN 系半導体層 40 は、InGaN 層であってもよいし、AlGaN 層であってもよい。

【0019】

絶縁層 50 は、GaN 系半導体層 40 上に設けられている。絶縁層 50 は、GaN 系半導体層 40 と半導体層 60 との間に設けられている。絶縁層 50 は、例えば、酸化シリコン層 (SiO₂ 層) である。絶縁層 50 には、開口部 52 が形成されている。開口部 52 は、積層方向からみて、第 2 多層膜ミラー 70 と重なっている。絶縁層 50 は、例えば、積層方向からみて、第 2 多層膜ミラー 70 と重なっていない。第 1 電極 80 および第 2 電極 82 によって発光層 30 に注入される電流は、開口部 52 を流れる。絶縁層 50 は、電流狭窄層である。

10

【0020】

半導体層 60 は、GaN 系半導体層 40 上および絶縁層 50 上に設けられている。半導体層 60 は、第 1 部分 62 と、第 2 部分 64 と、を有している。

【0021】

半導体層 60 の第 1 部分 62 は、GaN 系半導体層 40 と第 2 多層膜ミラー 70 との間に設けられている。開口部 52 は、第 1 部分 62 によって充填されている。半導体層 60 の屈折率は、絶縁層 50 の屈折率よりも高い。そのため、発光層 30 で発生した光を、積層方向からみて第 2 多層膜ミラー 70 と重なる第 1 部分 62 に閉じ込めることができる。図示の例では、第 1 部分 62 の厚さは、GaN 系半導体層 40 の厚さよりも大きい。

20

【0022】

なお、積層方向からみて、開口部 52 と比べて第 2 多層膜ミラー 70 が大きい場合、それに付随して第 2 電極 82 の開口が大きくなると、発光層の内側まで電流を注入することが困難になる（抵抗が上昇する）場合がある。しかし、一方で第 1 部分 62 に閉じ込められつつ絶縁層 50 に染み出した光に対しても、第 2 多層膜ミラーが反射膜として機能することができる。すなわち、抵抗と光閉じ込めのトレードオフにより、例えば絶縁層 50 よりもわずかに（～2 μm 程度）大きい（小さい）第 2 多層膜ミラー 70 などを選択することができる。

30

【0023】

半導体層 60 の第 2 部分 64 は、第 1 部分 62 と連続している。第 2 部分 64 は、積層方向からみて、第 2 多層膜ミラー 70 と重ならない位置に設けられている。第 2 部分 64 は、絶縁層 50 と第 2 電極 82 との間に設けられている。図示の例では、第 2 部分 64 の厚さは、第 1 部分 62 の厚さよりも小さい。

【0024】

半導体層 60 は、p 型を有する。半導体層 60 は、例えば、SiC 層である。半導体層 60 は、例えば、室温の熱エネルギーで活性化された値で $1 \times 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ 以上の不純物濃度を有する。半導体層 60 は、GaN 系半導体層 40 よりも、不純物濃度を高くすることができる。半導体層 60 の抵抗率は、GaN 系半導体層 40 の抵抗率よりも低い。半導体層 60 は、発光層 30 を構成する材料のバンドギャップより大きく、かつ、GaN 系半導体層 40 を構成する材料のバンドギャップより小さい。また、発光層 30 を構成する材料のバンドギャップと半導体層 60 のバンドギャップとの差は、半導体層 60 のバンドギャップと GaN 系半導体層 40 を構成する材料のバンドギャップとの差よりも大きくてもよい。

40

【0025】

半導体層 60 は、例えば、4H-SiC からなる。なお、半導体層 60 は、4H-SiC が 90 質量% 以上、好ましくは 95 質量% 以上、より好ましくは 99 質量% 以上の含有率を占め、他の結晶構造の SiC が残りの含有率を占めていてもよい。他の結晶構造の S

50

i Cとしては、例えば、6 H-S i C、3 C-S i Cが挙げられる。半導体層 6 0 の結晶構造は、例えば、X 線回折によって特定される。

【0026】

第2多層膜ミラー70は、半導体層60の第1部分62上に設けられている。第2多層膜ミラー70は、例えば、複数の誘電体層72からなる。複数の誘電体層72は、高屈折率層と、高屈折率層よりも屈折率が低い低屈折率層と、によって構成されている。第2多層膜ミラー70は、高屈折率層と低屈折率層とが交互に積層されたDBRである。高屈折率層は、例えば、Nb₂O₅層である。低屈折率層は、例えば、SiO₂層である。複数の誘電体層72の数は、特に限定されない。

【0027】

第1電極80は、基板10の下に設けられている。基板10は、第1電極80と第1多層膜ミラー20との間に設けられている。基板10は、第1電極80とオーミックコンタクトしていてもよい。第1電極80は、基板10を介して、第1多層膜ミラー20と電氣的に接続されている。第1電極80としては、例えば、基板10側から、Ti層、Au層、Pt層、Au層の順序で積層されたものなどを用いる。第1電極80は、発光層30に電流を注入するための一方の電極である。

【0028】

第2電極82は、半導体層60の第2部分64上に設けられている。第2部分64は、第2電極82とオーミックコンタクトしていてもよい。図示の例では、第2電極82は、第2多層膜ミラー70と離隔している。第2電極82は、積層方向からみて、例えば、第2多層膜ミラー70を囲んでいる。第2電極82は、半導体層60を介して、Ga N系半導体層40と電氣的に接続されている。第2電極82としては、例えば、半導体層60側から、Ti層、Al層、Au層の順序で積層されたものなどを用いる。第2電極82は、発光層30に電流を注入するための他方の電極である。

【0029】

1. 2. 動作

発光装置100では、p型のGa N系半導体層40、i型の発光層30、およびn型の第1多層膜ミラー20により、pinダイオードが構成される。発光装置100では、第1電極80と第2電極82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30に電流が注入されて発光層30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30で発生した光は、第1多層膜ミラー20と第2多層膜ミラー70との間で多重反射して定在波を形成し、発光層30で利得を受けてレーザー発振する。そして、発光装置100は、第2多層膜ミラー70側からレーザー光を積層方向に出射する。

【0030】

1. 3. 作用効果

発光装置100では、第1導電型を有する複数の半導体層22からなる第1多層膜ミラー20と、第2多層膜ミラー70と、第1多層膜ミラー20と第2多層膜ミラー70との間に設けられた発光層30と、発光層30と第2多層膜ミラー70との間に設けられ、第1導電型と異なる第2導電型を有するGa N系半導体層40を有する。さらに、発光装置100は、Ga N系半導体層40と第2多層膜ミラー70との間に設けられた第1部分62と、積層方向からみて第2多層膜ミラー70と重ならない第2部分64と、を備え、第2導電型を有する半導体層60と、第2部分64に設けられた第2電極82と、を有し、第2導電型を有する半導体層60は、発光層30を構成する材料のバンドギャップより大きく、かつ、Ga N系半導体層40を構成する材料のバンドギャップより小さい。

【0031】

そのため、発光装置100では、第2電極82からの電流は、半導体層60を面内方向に流れてGa N系半導体層40に至り、発光層30に注入される。半導体層60の抵抗率は、Ga N系半導体層40の抵抗率よりも低い。これにより、例えばSiC層である半導体層が設けられていない場合に比べて、発光層30の中央にも電流が注入され易い。した

10

20

30

40

50

がって、発光装置 100 では、発光層 30 に均一性よく電流を注入できる。よって、発光層 30 において、均一性よく光を発生できる。

【0032】

また、発光層 30 を構成する材料のバンドギャップと半導体層 60 のバンドギャップとの差は、半導体層 60 のバンドギャップと GaN 系半導体層 40 を構成する材料のバンドギャップとの差よりも大きくてもよい。これにより、半導体層 60 と GaN 系半導体層 40 とのエネルギー障壁を小さくでき、半導体層 60 と GaN 系半導体層 40 とのコンタクト抵抗を低減できる。

【0033】

発光装置 100 では、第 2 導電型を有する半導体層 60 は、4H-SiC からなり、GaN 系半導体層 40 は、GaN 層である。4H-SiC の格子定数は、GaN の格子定数に近い。そのため、発光装置 100 では、半導体層 60 は、GaN 系半導体層 40 に格子整合し易く、結晶欠陥が少ない。これにより、発光層 30 で発生した光の半導体層 60 による吸収損失を低減できる。

【0034】

発光装置 100 では、第 2 多層膜ミラー 70 は、複数の誘電体層 72 からなる。そのため、発光装置 100 では、例えば第 2 多層膜ミラーが複数の GaN 系半導体層からなる場合に比べて、DBR を構成する高屈折率層と低屈折率層との屈折率差を大きくすることができ、反射帯域を広くすることができる。

【0035】

発光装置 100 では、第 1 導電型は、n 型であり、第 2 導電型は、p 型である。p 型の GaN 系半導体層 40 は、n 型の GaN 系半導体層に比べて抵抗率が高いが、発光装置 100 では、半導体層 60 が設けられているため、発光層 30 に均一性よく電流を注入できる。

【0036】

2. 発光装置の製造方法

次に、本実施形態に係る発光装置 100 の製造方法について、図面を参照しながら説明する。図 2 は、本実施形態に係る発光装置 100 の製造工程を模式的に示す断面図である。

【0037】

図 2 に示すように、基板 10 上に、複数の半導体層 22 を形成して、第 1 多層膜ミラー 20 を形成する。半導体層 22 は、例えば、MOCVD (Metal Organic Chemical Vapor Deposition) 法、MBE (Molecular Beam Epitaxy) 法などによるエピタキシャル成長によって形成される。

【0038】

次に、第 1 多層膜ミラー 20 上に、発光層 30 を形成する。発光層 30 は、例えば、MOCVD 法、MBE 法などによるエピタキシャル成長によって形成される。

【0039】

次に、発光層 30 上に、GaN 系半導体層 40 を形成する。GaN 系半導体層 40 は、例えば、MOCVD 法、MBE 法などによるエピタキシャル成長によって形成される。

【0040】

次に、発光層 30 上に絶縁層 50 を形成する。絶縁層 50 は、例えば、CVD (Chemical Vapor Deposition) 法、スパッタ法などによって形成される。

【0041】

次に、絶縁層 50 をパターニングして、開口部 52 を形成する。パターニングは、例えば、フォトリソグラフィーおよびエッチングによって行われる。

【0042】

次に、GaN 系半導体層 40 上および絶縁層 50 上に、半導体層 60 を形成する。半導体層 60 は、例えば、MOCVD 法、MBE 法などによるエピタキシャル成長によって形成される。開口部 52 からの横方向成長により、絶縁層 50 上にも半導体層 60 をエピタ

10

20

30

40

50

キシャル成長させることができる。成長温度を調整することにより、例えば、4H-SiCの含有率が高い半導体層60、好ましくは4H-SiCからなる半導体層60を形成することができる。

【0043】

なお、半導体層60は、エピタキシャル成長ではなく、例えば、スパッタ法、真空蒸着法などによって形成されてよい。ただし、結晶欠陥の低減を考慮すると、半導体層60は、エピタキシャル成長によって形成されることが好ましい。

【0044】

次に、半導体層60上に、複数の誘電体層72を形成して、第2多層膜ミラー70を形成する。誘電体層72は、例えば、CVD法、スパッタ法などによって形成される。

【0045】

図1に示すように、基板10の下に、第1電極80を形成する。次に、半導体層60上に、第2電極82を形成する。第1電極80および第2電極82は、例えば、真空蒸着法、スパッタ法によって形成される。なお、第1電極80と第2電極82との形成の順序は、特に限定されない。

【0046】

以上の工程により、発光装置100を製造することができる。

【0047】

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3は、本実施形態の第1変形例に係る発光装置200を模式的に示す断面図である。以下、本実施形態の第1変形例に係る発光装置200において、上述した本実施形態に係る発光装置100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。

【0048】

発光装置200では、図3に示すように、半導体層60は、第1層66と、第2層68と、を有している点において、上述した発光装置100と異なる。

【0049】

第1層66は、GaN系半導体層40上および絶縁層50上に設けられている。第1層66は、GaN系半導体層40と第2多層膜ミラー70との間、および絶縁層50と第2層68との間に設けられている。半導体層60の第1部分62は、第1層66によって構成されている。

【0050】

第2層68は、第1層66上に設けられている。第2層68は、第1層66と第2電極82との間に設けられている。半導体層60の第2部分64は、第1層66および第2層68によって構成されている。第2層68は、積層方向からみて、例えば、第2多層膜ミラー70を囲んでいる。

【0051】

第2層68の不純物濃度は、第1層66の不純物濃度よりも高い。第2層68の不純物濃度が第1層66の不純物濃度よりも高いことは、例えば、アトムプローブ分析法によって確認することができる。

【0052】

発光装置200では、半導体層60は、第1層66と、第1層66よりも不純物濃度が高い第2層68と、を有し、第2層68は、第1層66と第2電極82との間に設けられている。そのため、発光装置200では、不純物濃度が高い第2層68によって、半導体層60と第2電極82とのコンタクト抵抗を低減できる。さらに、不純物濃度が低い第1層66によって、発光層30で発生した光の半導体層60による吸収損失を低減できる。

【0053】

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4は、本実施形態の第2変形例に係る発光装置300を模式的に示す断面図である。以下、本実施形態の第2変形例に係る発光装置300において、上述した本実施形態に係る発光装置100、本実施形態の第1変形例に係る発光装置200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。

【0054】

発光装置300は、図4に示すように、サブマウント90を有している点において、上述した発光装置100と異なる。図示の例では、発光装置300の半導体層60は、上述した発光装置200の半導体層60のように、第1層66および第2層68を有している。

10

【0055】

サブマウント90は、支持基板92に設けられている。サブマウント90の材質は、例えば、SiCである。支持基板92は、例えば、Si基板である。サブマウント90には、端子94が設けられている。端子94は、サブマウント90の支持基板92とは反対側に設けられている。端子94の材質は、例えば、金属である。

【0056】

基板10、第1多層膜ミラー20、発光層30、GaN系半導体層40、絶縁層50、半導体層60、第2多層膜ミラー70、および電極80、82は、発光素子102を構成している。発光素子102は、サブマウント90にジャンクションダウン実装されている。第2多層膜ミラー70は、サブマウント90と半導体層60との間に設けられている。

20

【0057】

第1電極80には、開口部81が形成されている。発光装置300は、開口部81からレーザー光を出射する。第2電極82は、接合部材96を介して、端子94に接続されている。接合部材96は、例えば、半田、銀ペーストである。

【0058】

発光装置300では、基板10と、サブマウント90と、を有し、第1多層膜ミラー20は、基板10と発光層30との間に設けられ、第2多層膜ミラー70は、サブマウント90と半導体層60との間に設けられている。そのため、発光装置300では、発光層30で発生した熱を、サブマウント90を介して放熱できる。

【0059】

30

4. 三次元造形装置

次に、本実施形態に係る三次元造形装置について、図面を参照しながら説明する。図5は、本実施形態に係る三次元造形装置400を模式的に示す図である。

【0060】

三次元造形装置400は、図5に示すように、例えば、光源410と、ガルバノスキャナー420と、レンズ430と、ステージ440と、を有している。三次元造形装置400は、パウダーヘッド方式の3Dプリンターである。

【0061】

光源410は、複数設けられている。複数の光源410は、所定方向に並んでいる。複数の光源410は、レーザー光を出射する。ここで、図6は、光源410を模式的に示す図である。

40

【0062】

光源410は、図6に示すように、例えば、発光装置100と、レンズ412と、スリット板414と、を有している。発光装置100は、複数設けられている。複数の発光装置100は、所定方向に並んでいる。レンズ412は、発光装置100に対応して、複数設けられている。レンズ412は、発光装置100から出射された光を集光させる。スリット板414には、発光装置100に対応して、複数のスリット416が形成されている。スリット416は、レンズ412から出射された光から、より平行な成分を抽出する。なお、図示はしないが、光源410は、複数の発光装置100から出射された光の強度の均一性を高める均一照明系を有していてもよい。

50

【0063】

ガルバノスキャナー420は、図5に示すように、光源410から出射された光を反射させる。ガルバノスキャナー420で反射された光は、レンズ430を介して、ステージ440の金属パウダーPを照射する。ガルバノスキャナー420は、光の進行方向を制御できる。そのため、ガルバノスキャナー420で反射された光は、ピンポイントで金属パウダーPを照射することができる。

【0064】

レンズ430は、ガルバノスキャナー420で反射された光を集光させる。レンズ430から出射された光は、金属パウダーPを照射する。金属パウダーPの光が照射された部分は、焼結される。

【0065】

ステージ440は、金属パウダーPを支持している。金属パウダーPが照射されて焼結された後、ステージ440は、矢印Aのように、レンズ430から遠ざかる方向に移動する。そして、焼結された金属パウダーP上に、新たな金属パウダーが供給され、新たな金属パウダーに、光源410から出射された光が照射される。このステージ440の移動、金属パウダーの供給、金属パウダーへの光の照射を、所定回数繰り返すことにより、所定形状の三次元造形物が造形される。

【0066】

5. 三次元造形装置の変形例

次に、本実施形態の変形例に係る三次元造形装置について、図面を参照しながら説明する。図7は、本実施形態の変形例に係る三次元造形装置500を模式的に示す図である。以下、本実施形態の変形例に係る三次元造形装置500において、上述した本実施形態に係る三次元造形装置400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。

【0067】

上述した三次元造形装置400は、図5に示すように、パウダーヘッド方式の3Dプリンターであった。

【0068】

これに対し、三次元造形装置500は、図7に示すように、紫外線硬化樹脂を用いた光造形方式の3Dプリンターである。

【0069】

三次元造形装置500は、例えば、光源410と、DLP (Digital Light Processing) 510と、容器520と、ステージ530と、を有している。

【0070】

DLP 510には、複数の光源410から出射された光が入射する。DLP 510は、複数の光源410から出射された光を受け、所定の画素から光を出射させる。DLP 510から出射された光は、容器520内の樹脂材料Rを照射する。樹脂材料Rは、紫外線硬化樹脂である。樹脂材料Rの光が照射された部分は、硬化する。

【0071】

ステージ530には、樹脂材料Rの硬化された部分が付着する。ステージ530に硬化された部分が付着した後、ステージ530は、矢印Bのように、容器520から遠ざかる方向に移動する。この樹脂材料Rへの光の照射、ステージ530の移動を、所定回数繰り返すことにより、所定形状の三次元造形物Mが造形される。

【0072】

なお、樹脂材料Rは、セラミックを含んでもよい。これにより、セラミックからなる三次元造形物Mを造形できる。また、DLP 510の代わりに、LCD (Liquid Crystal Display) を用いてもよい。

【0073】

6. ヘッドマウントディスプレイ

次に、本実施形態に係るヘッドマウントディスプレイ (Head Mounted Display :

10

20

30

40

50

HMD) について、図面を参照しながら説明する。図 8 は、本実施形態に係る HMD 600 を模式的に示す斜視図である。

【0074】

HMD 600 は、図 8 に示すように、頭部装着型の映像表示装置である。HMD 600 は、例えば、右眼用映像光生成部 610a と、右眼用映像光生成部 610a から出射された映像光を偏向して観察者の右眼 E a に入射させる右眼用偏向部材 612a と、左眼用映像光生成部 610b と、左眼用映像光生成部 610b から出射された映像光を偏向して観察者の左眼 E b に入射させる左眼用偏向部材 612b と、を有している。

【0075】

HMD 600 は、例えば、眼鏡のような形状を有している。HMD 600 は、フレーム 620 を有している。フレーム 620 は、観察者の頭部に装着される。フレーム 620 は、例えば、前部分 622 と、右側テンプル 624a と、左側テンプル 624b と、を有している。前部分 622 は、右眼用偏向部材 612a および左眼用偏向部材 612b を支持している。右側テンプル 624a は、右眼用映像光生成部 610a を支持している。左側テンプル 624b は、左眼用映像光生成部 610b を支持している。

【0076】

図 9 は、HMD 600 の光学系を説明するための図である。右眼用映像光生成部 610a および左眼用映像光生成部 610b の構成は、基本的に同一である。そのため、以下では、左眼用映像光生成部 610b の構成のみを説明し、右眼用映像光生成部 610a の説明を省略する。

【0077】

HMD 600 は、図 9 に示すように、投射系光学部 630 と、補正系光学部 632 と、回折素子 634 と、を有している。左眼用映像光生成部 610b から出射される映像光の進行方向に沿って、例えば、投射系光学部 630、補正系光学部 632、および回折素子 634 は、順に配置されている。投射系光学部 630、補正系光学部 632、および回折素子 634 は、映像光の光路を形成する導光装置 602 を構成している。

【0078】

左眼用映像光生成部 610b は、映像光を生成する。左眼用映像光生成部 610b は、例えば、発光装置 100 と、図示しない液晶表示素子と、を有している。発光装置 100 は、複数設けられている。液晶表示素子は、発光装置 100 から出射された光を受けて、映像光を出射する。発光装置 100 は、波長線幅が狭いレーザー光を出射するので、HMD 600 では、波長を補償する波長補償素子が不要となる。そのため、HMD 600 の軽量化および低コスト化を図ることができる。左眼用映像光生成部 610b で生成された映像光は、投射系光学部 630 に入射する。

【0079】

投射系光学部 630 は、例えば、レンズ、ミラーなどの光学素子によって構成されている。投射系光学部 630 は、映像光の放射角度を制御する機能を有する。具体的には、投射系光学部 630 は、左眼用映像光生成部 610b で生成された映像光を、生成された位置に応じた角度を有する平行状態の光束に調整する。これにより、左眼用映像光生成部 610b で生成された映像光を、補正系光学部 632 へ効率よく導くことができる。

【0080】

補正系光学部 632 は、例えば、レンズ、ミラーなどの光学素子によって構成されている。補正系光学部 632 は、映像光の歪み等の収差を補正する機能を有する。これにより、収差が補正された映像光を、回折素子 634 へ効率よく導くことができる。

【0081】

回折素子 634 は、左眼用偏向部材 612b に設けられている。回折素子 634 は、例えば、反射型体積ホログラフィック素子によって構成されている。反射型体積ホログラフィック素子は、部分反射型回折光学素子であり、左眼用偏向部材 612b は、部分透過反射性のコンバイナーである。そのため、外光も左眼用偏向部材 612b を介して眼 E に入射する。これにより、観察者は、左眼用映像光生成部 610b で形成した映像光と、外光

10

20

30

40

50

と、が重畳した画像を認識できる。

【0082】

回折素子634の入射面636は、観察者と対向し、眼Eから離れる方向に凹んだ凹曲面になっている。換言すると、入射面636は、映像光の入射方向において、周辺部に対して中央部が凹んで湾曲した形状となっている。そのため、映像光を観察者の眼Eに向けて効率よく集光できる。そして、映像光は、眼Eの瞳孔E1を介して網膜E2に到達することにより、観察者に映像を認識させる。

【0083】

上述した実施形態に係る発光装置は、三次元造形装置およびHMD以外にも用いられることが可能である。上述した実施形態に係る発光装置は、例えば、プロジェクター、屋内外の照明、レーザープリンター、スキャナー、車載用ライト、光を用いる脈計測機器などのセンシング機器、通信機器等の光源に用いられる。

【0084】

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。

【0085】

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、方法および結果が同一の構成、あるいは目的および効果が同一の構成を含む。また、本発明は、実施の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また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。

【0086】

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。

【0087】

発光装置の一態様は、

第1導電型を有する複数の半導体層からなる第1多層膜ミラーと、

第2多層膜ミラーと、

前記第1多層膜ミラーと前記第2多層膜ミラーとの間に設けられた発光層と、

前記発光層と前記第2多層膜ミラーとの間に設けられ、前記第1導電型と異なる第2導電型を有するGa_{0.5}N_{0.5}系半導体層と、

前記Ga_{0.5}N_{0.5}系半導体層と前記第2多層膜ミラーとの間に設けられた第1部分と、前記第1多層膜ミラーと前記発光層との積層方向からみて前記第2多層膜ミラーと重ならない第2部分と、を備え、前記第2導電型を有する半導体層と、

前記第2部分に設けられた電極と、

を有し、

前記第2導電型を有する半導体層を構成する材料は、前記発光層を構成する材料のバンドギャップより大きく、かつ、前記Ga_{0.5}N_{0.5}系半導体層を構成する材料のバンドギャップより小さい。

【0088】

この発光装置によれば、発光層に均一性よく電流を注入できる。

【0089】

発光装置の一態様において、

前記第2導電型を有する半導体層は、4H-SiCからなり、

前記Ga_{0.5}N_{0.5}系半導体層は、Ga_{0.5}N層であってもよい。

【0090】

この発光装置によれば、発光層で発生した光のSiC層による吸収損失を低減できる。

【0091】

発光装置の一態様において、

前記第2導電型を有する半導体層は、

10

20

30

40

50

第 1 層と、

前記第 1 層よりも不純物濃度が高い第 2 層と、
を有し、

前記第 2 層は、前記第 1 層と前記電極との間に設けられていてもよい。

【0092】

この発光装置によれば、不純物濃度が高い第 2 層によって、第 2 導電型を有する半導体層と電極とのコンタクト抵抗を低減できる。さらに、不純物濃度が低い第 1 層によって、発光層で発生した光の第 2 導電型を有する半導体層による吸収損失を低減できる。

【0093】

発光装置の一態様において、

基板と、サブマウントと、を有し、

前記第 1 多層膜ミラーは、前記基板と前記発光層との間に設けられ、

前記第 2 多層膜ミラーは、前記サブマウントと前記第 2 導電型を有する半導体層との間に設けられていてもよい。

【0094】

この発光装置によれば、発光層で発生した熱を、サブマウントを介して放熱できる。

【0095】

発光装置の一態様において、

前記第 2 多層膜ミラーは、複数の誘電体層からなってもよい。

【0096】

発光装置によれば、DBRを構成する高屈折率層と低屈折率層との屈折率差を大きくすることができ、反射帯域を広くすることができる。

【0097】

発光装置の一態様において、

前記第 1 導電型は、n 型であり、

前記第 2 導電型は、p 型であってもよい。

【0098】

この発光装置によれば、p 型の GaN 系半導体層は、型の GaN 系半導体層に比べて抵抗率が高いが、SiC 層が設けられているため、発光層に均一性よく電流を注入できる。

【0099】

三次元造形装置の一態様は、

前記発光装置の一態様を有する。

【0100】

ヘッドマウントディスプレイの一態様は、

前記発光装置の一態様を有する。

【符号の説明】

【0101】

10…基板、20…第 1 多層膜ミラー、22…半導体層、30…発光層、40…GaN 系半導体層、50…絶縁層、60…半導体層、62…第 1 部分、64…第 2 部分、66…第 1 層、68…第 2 層、70…第 2 多層膜ミラー、72…誘電体層、80…第 1 電極、82…第 2 電極、90…サブマウント、92…支持基板、94…端子、96…接合部材、100…発光装置、102…発光素子、200, 300…発光装置、400…三次元造形装置、410…光源、412…レンズ、414…スリット板、416…スリット、420…ガルバノスキャナー、430…レンズ、440…ステージ、500…三次元造形装置、510…DLP、520…容器、530…ステージ、600…HMD、602…導光装置、610a…右眼用映像光生成部、610b…左眼用映像光生成部、612a…右眼用偏向部材、612b…左眼用偏向部材、620…フレーム、622…前部分、624a…右側テンプレート、624b…左側テンプレート、630…投射系光学部、632…補正系光学部、634…回折素子、636…入射面

10

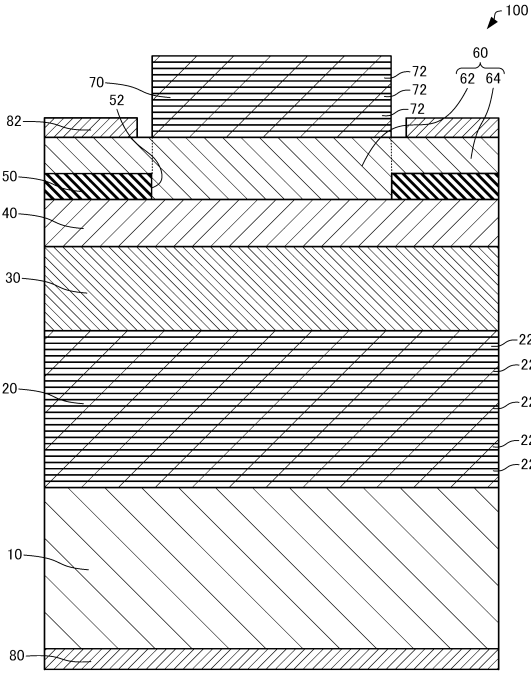
20

30

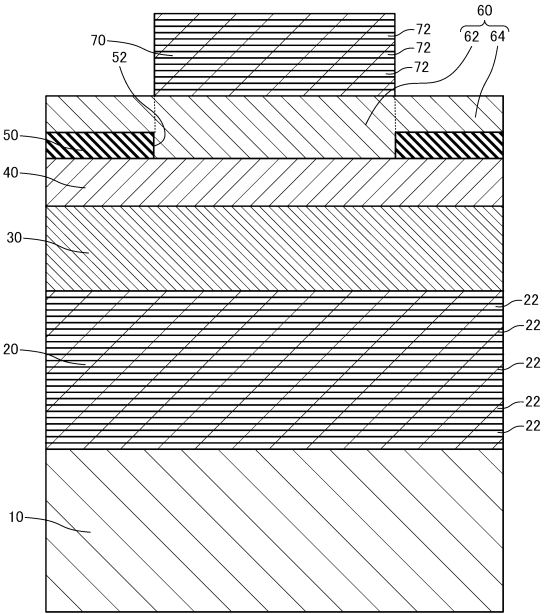
40

50

【図面】
【図 1】



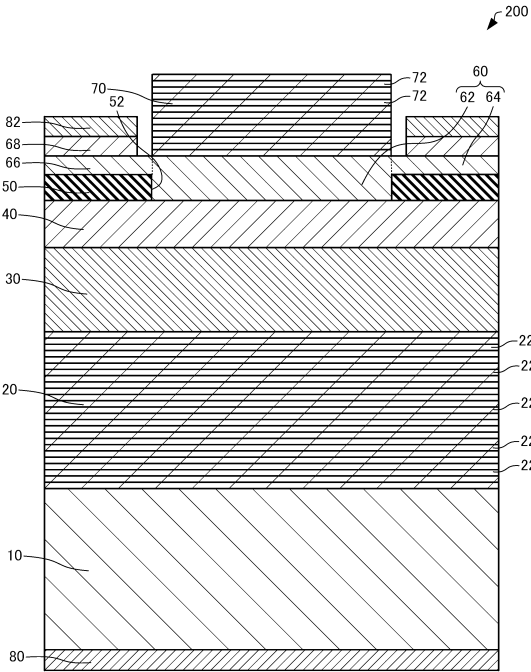
【図 2】



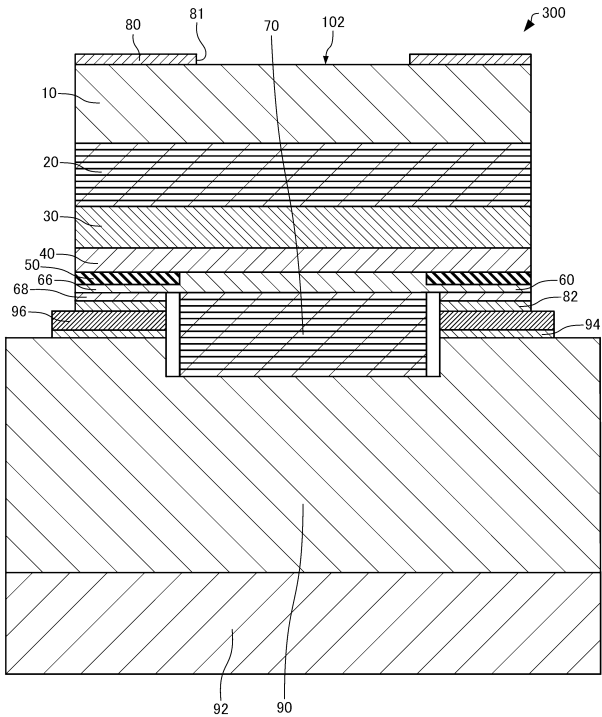
10

20

【図 3】



【図 4】

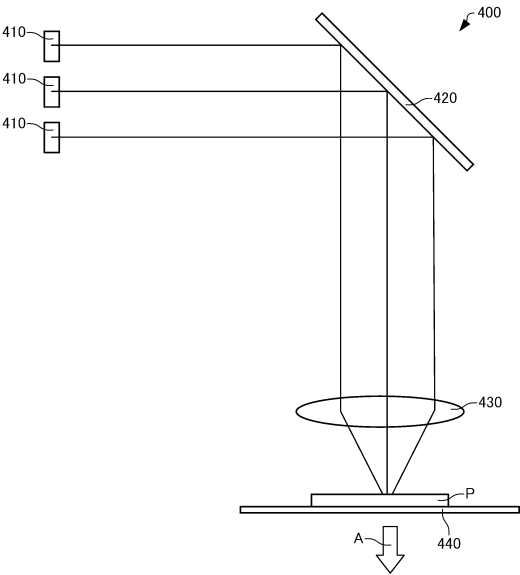


30

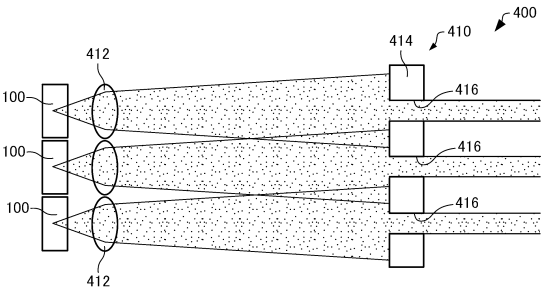
40

50

【図 5】

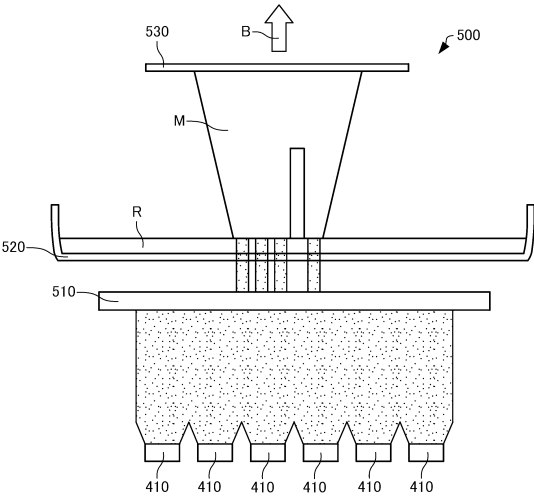


【図 6】

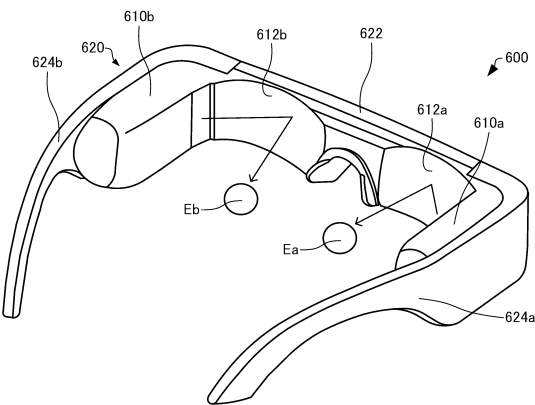


10

【図 7】



【図 8】



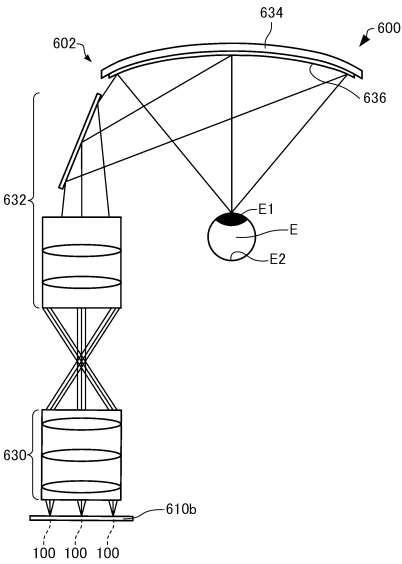
20

30

40

50

【図 9】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

F ターム (参考) AF33 AF36 AF38 AH22 AR23 AR63 AR82 MA02 MA06 MA10
 MD63 MD83 MD84