

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2009-123720

(P2009-123720A)

(43) 公開日 平成21年6月4日(2009.6.4)

(51) Int.Cl.  
H01L 33/00 (2006.01)

F I  
H01L 33/00 C

テーマコード(参考)  
5F041

審査請求 未請求 請求項の数 9 O L (全 18 頁)

(21) 出願番号 特願2007-292542 (P2007-292542)  
(22) 出願日 平成19年11月9日 (2007.11.9)

(71) 出願人 000106276  
サンケン電気株式会社  
埼玉県新座市北野3丁目6番3号  
(74) 代理人 100072154  
弁理士 高野 則次  
(72) 発明者 室伏 仁  
埼玉県新座市北野3丁目6番3号 サンケン電気株式会社内  
(72) 発明者 大塚 康二  
埼玉県新座市北野3丁目6番3号 サンケン電気株式会社内  
Fターム(参考) 5F041 AA47 CA40 CA93 CB05 CB25 FF11

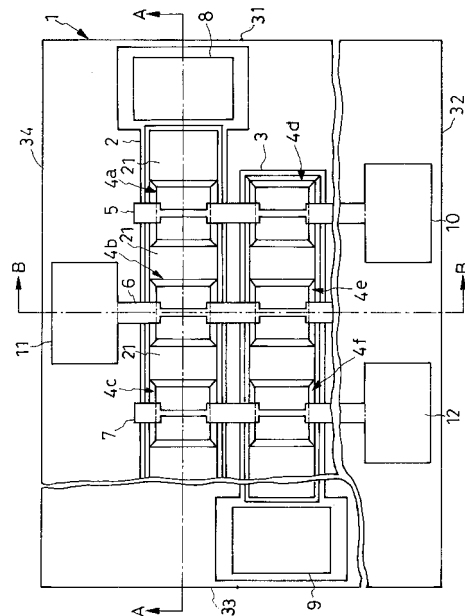
(54) 【発明の名称】 半導体発光装置及びその製造方法

(57) 【要約】

【課題】複数の半導体発光素子を含む半導体発光装置の小型化が要求されている。

【解決手段】 本発明に従う半導体発光装置は、シリコン半導体基板1と、この半導体基板1の中に形成された低抵抗の半導体層から成る第1の配線導体層2、3と、第1の配線導体層2、3の上に配置された複数の発光半導体領域4a~4fと、発光半導体領域4a~4fの上面に接続された第2の配線導体層5、6、7とを有する。各発光半導体領域4a~4fの下面に第1の配線導体層2、3、4を接続するので半導体発光装置の小型化を図ることができる。

【選択図】 図1



## 【特許請求の範囲】

## 【請求項 1】

一方及び他方の主面を有し且つ第 1 導電型を有する半導体基板と、  
 前記半導体基板の前記一方の主面の中に選択的に形成され且つ前記第 1 導電型と反対の第 2 導電型を有する半導体層から成る第 1 の配線導体層と、  
 前記第 1 の配線導体層の上にそれぞれ配置され且つ光取り出しに使用される一方の主面とこの一方の主面に対向し且つ前記第 1 の配線導体層に電気的に接続されている他方の主面とをそれぞれ有し且つ発光のための複数の半導体層をそれぞれ有している複数の発光半導体領域と、  
 各発光半導体領域の一方の主面にそれぞれ電気的に接続されている複数の第 2 の配線導体層と  
 を備えていることを特徴とする半導体発光装置。

10

## 【請求項 2】

一方及び他方の主面を有し且つ第 1 導電型を有する半導体基板と、  
 前記半導体基板の前記一方の主面の中に選択的に形成され且つ前記第 1 導電型と反対の第 2 導電型を有する半導体層から成る複数の第 1 の配線導体層と、  
 各第 1 の配線導体層の上にそれぞれ配置され且つ光取り出しに使用される一方の主面とこの一方の主面に対向し且つ前記第 1 の配線導体層に電気的に接続されている他方の主面とをそれぞれ有し且つ発光のための複数の半導体層をそれぞれ有している複数の発光半導体領域と、  
 各発光半導体領域の一方の主面に電気的に接続されている第 2 の配線導体層と  
 を備えていることを特徴とする半導体発光装置。

20

## 【請求項 3】

一方及び他方の主面を有し且つ第 1 導電型を有する半導体基板と、  
 前記半導体基板の前記一方の主面の中に選択的にそれぞれ形成され且つ前記第 1 導電型と反対の第 2 導電型をそれぞれ有する半導体層から成る少なくとも 2 つの第 1 の配線導体層 ( 2 , 3 ) と、  
 前記 2 つの第 1 の配線導体層 ( 2 , 3 ) の内の一方 ( 2 ) の上にそれぞれ配置され且つ光取り出しに使用される一方の主面 ( 1 9 ) とこの一方の主面に対向し且つ前記一方の第 1 の配線導体層 ( 2 ) に電気的に接続されている他方の主面 ( 2 0 ) とをそれぞれ有し且つ発光のための複数の半導体層をそれぞれ有している少なくとも 2 つの発光半導体領域 ( 4 a , 4 b ) と、  
 前記 2 つの第 1 の配線導体層 ( 2 , 3 ) の内の他方 ( 3 ) の上にそれぞれ配置され且つ光取り出しに使用される一方の主面 ( 1 9 ) とこの一方の主面に対向し且つ前記他方の第 1 の配線導体層 ( 3 ) に電気的に接続されている他方の主面 ( 2 0 ) とをそれぞれ有し且つ発光のための複数の半導体層をそれぞれ有している少なくとも 2 つの発光半導体領域 ( 4 d , 4 e ) と、  
 前記一方の第 1 の配線導体層 ( 2 ) の上に配置された前記 2 つの発光半導体領域 ( 4 a , 4 b ) から選択された一方の発光半導体領域 ( 4 a ) の一方の主面 ( 1 9 ) に電気的に接続され且つ前記他方の第 1 の配線導体層 ( 3 ) の上に配置された前記 2 つの発光半導体領域 ( 4 d , 4 e ) から選択された一方の発光半導体領域 ( 4 d ) の一方の主面 ( 1 9 ) に電気的に接続されている第 2 の配線導体層 ( 5 ) と、  
 前記一方の第 1 の配線導体層 ( 2 ) の上に配置された前記 2 つの発光半導体領域 ( 4 a , 4 b ) から選択された他方の発光半導体領域 ( 4 b ) の一方の主面 ( 1 9 ) に電気的に接続され且つ前記他方の第 1 の配線導体層 ( 3 ) の上に配置された前記 2 つの発光半導体領域 ( 4 d , 4 e ) から選択された他方の発光半導体領域 ( 4 e ) の一方の主面 ( 1 9 ) に電気的に接続されている別の第 2 の配線導体層 ( 5 ) と  
 を備えていることを特徴とする半導体発光装置。

30

40

## 【請求項 4】

前記第 1 の配線導体層は前記発光半導体領域の他方の主面 ( 2 0 ) よりも広い幅を有す

50

る部分を備え、この部分の上に前記発光半導体領域が配置されていることを特徴とする請求項 1 乃至 3 のいずれか 1 つに記載の半導体発光装置。

【請求項 5】

更に、前記第 1 の配線導体層の前記発光半導体領域が配置されていない部分の上に配置された低抵抗化導電層を有し、前記低抵抗化導電層は前記発光半導体領域を構成する複数の半導体層の内の少なくとも 1 つと同一の材料で形成されていることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つに記載の半導体発光装置。

【請求項 6】

前記第 1 の配線導体層は、前記半導体基板の前記一方の主面の中に選択的に形成され且つ前記第 1 導電型と反対の第 2 導電型を有する半導体層と、該半導体層の上に配置された金属層とから成ることを特徴とする請求項 1 乃至 4 のいずれか 1 つに記載の半導体発光装置。

10

【請求項 7】

一方及び他方の主面を有する半導体基板を用意する工程と、

前記半導体基板の前記一方の主面の中に導電型決定不純物を選択的に注入して前記半導体基板に対して電気的に分離されている半導体層から成る第 1 の配線導体層を形成する工程と、

前記第 1 の配線導体層を伴った前記半導体基板の上にエピタキシャル成長法によって複数の半導体層を含む発光用多層半導体領域を形成する工程と、

前記発光用多層半導体領域を選択的にエッチングして、光取り出しに使用される一方の主面とこの一方の主面に対向し且つ前記第 1 の配線導体層に電気的に接続されている他方の主面とをそれぞれ有し且つ発光のための複数の半導体層をそれぞれ有している複数の発光半導体領域を形成する工程と、

20

各発光半導体領域の一方の主面にそれぞれ電気的に接続されている複数の第 2 の配線導体層を形成する工程と、

を備えていることを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

【請求項 8】

一方及び他方の主面を有する半導体基板を用意する工程と、

前記半導体基板の前記一方の主面の中に導電型決定不純物を選択的に注入して前記半導体基板に対して電気的に分離されている半導体層から成る複数の第 1 の配線導体層を形成する工程と、

30

前記複数の第 1 の配線導体層を伴った前記半導体基板の上にエピタキシャル成長法によって複数の半導体層を含む発光用多層半導体領域を形成する工程と、

発光用多層半導体領域を選択的にエッチングして、光取り出しに使用される一方の主面とこの一方の主面に対向し且つ前記第 1 の配線導体層に電気的に接続されている他方の主面とを有し且つ発光のための複数の半導体層をそれぞれ有している発光半導体領域を各第 1 の配線導体層の上にそれぞれ形成する工程と、

各発光半導体領域の一方の主面にそれぞれ電気的に接続されている第 2 の配線導体層を形成する工程と、

を備えていることを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

40

【請求項 9】

一方及び他方の主面を有する半導体基板を用意する工程と、

前記半導体基板の前記一方の主面の中に導電型決定不純物を選択的に注入して前記半導体基板に対して電気的に分離されている少なくとも 2 つの第 1 の配線導体層 ( 2 , 3 ) を形成する工程と、

前記複数の第 1 の配線導体層を伴った前記半導体基板の上にエピタキシャル成長法によって複数の半導体層を含む発光用多層半導体領域を形成する工程と、

発光用多層半導体領域を選択的にエッチングして、前記 2 つの第 1 の配線導体層 ( 2 , 3 ) の内の一方 ( 2 ) の上にそれぞれ配置され且つ光取り出しに使用される一方の主面 ( 1 9 ) とこの一方の主面に対向し且つ前記一方の第 1 の配線導体層 ( 2 ) に電気的に接続さ

50

れている他方の主面(20)とをそれぞれ有し且つ発光のための複数の半導体層をそれぞれ有している少なくとも2つの発光半導体領域(4a, 4b)と、前記2つの第1の配線導体層(2, 3)の内の他方(3)の上にそれぞれ配置され且つ光取り出しに使用される一方の主面(19)とこの一方の主面に対向し且つ前記他方の第1の配線導体層(3)に電氣的に接続されている他方の主面(20)とをそれぞれ有し且つ発光のための複数の半導体層をそれぞれ有している少なくとも2つの発光半導体領域(4d, 4e)とを形成する工程と、

前記一方の第1の配線導体層(2)の上に配置された前記2つの発光半導体領域(4a, 4b)から選択された一方の発光半導体領域(4a)の一方の主面(19)に電氣的に接続され且つ前記他方の第1の配線導体層(3)の上に配置された前記2つの発光半導体領域(4d, 4e)から選択された一方の発光半導体領域(4d)の一方の主面(19)に電氣的に接続されている第2の配線導体層(5)と、前記一方の第1の配線導体層(2)の上に配置された前記2つの発光半導体領域(4a, 4b)から選択された他方の発光半導体領域(4b)の一方の主面(19)に電氣的に接続され且つ前記他方の第1の配線導体層(3)の上に配置された前記2つの発光半導体領域(4d, 4e)から選択された他方の発光半導体領域(4e)の一方の主面(19)に電氣的に接続されている別の第2の配線導体層(5)とを形成する工程と

を備えていることを特徴とする半導体発光装置の製造方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、マイクロディスプレイ、LEDプリンタヘッド等に使用することが可能な半導体発光装置及びその製造方法に関する。

【背景技術】

【0002】

マイクロディスプレイ(小型表示器)、LEDプリンタヘッド等に使用するためのLEDアレイは、絶縁性又は高抵抗の基板と、この基板上に配置された複数の発光素子と、複数の発光素子のマトリクス接続又はこれに類似する接続のための複数の配線導体とから成る。

【0003】

LEDアレイの基板には、例えばサファイア基板、SiC基板、Si(シリコン)基板等が使用される。サファイア基板及びSiC基板は、化合物半導体を比較的良好に成長させることができるという特長を有する反面、シリコン基板に比べて高価であるという欠点、及び例えば青色光に対する光透過性がSi基板よりも良いので、発光素子から基板方向に放射された光が基板を通過してこの底面に至り、この底面で反射して隣の発光素子(表示ドット)を通過して外部に放出されるという現象(光の漏れ)が生じるという欠点を有する。これに対し、Si基板は、低コストであるという特長を有するのみでなく、光の漏れを抑制できるという特長を有する。即ち、Si基板は、光透過性がサファイア基板やSiC基板よりも低いので、発光素子(ドット)からSi基板側に放射された光の大部分はSi基板で吸収され、隣の発光素子(ドット)にほとんど漏れない。

【0004】

ところで、従来のSi基板を使用したLEDアレイは、例えば、特開2004-195946号公報(特許文献1)に開示されているように高抵抗Si基板上に形成された例えばn型GaAsから成る第1導電型半導体層と、この第1導電型半導体層の上に平面的に見て第1導電型半導体層よりも小さく形成された例えばp型GaAsから成る第2導電型半導体層と、第1導電型半導体層の上面に接続された第1の金属配線導体と、第2導電型半導体層の上面に接続された第2の配線導体とを備えている。この従来のLEDアレイにおいては、下側の第1導電型半導体層に上側の第2導電型半導体層よりも横方向に突出させた部分(台状部分又は段部分)が設けられ、この部分の上に第1の金属配線導体が接続されている。このため、第1導電型半導体層が第1の金属配線導体までの横方向の電流通路として機能しているため、電流通路の抵抗値を小さくするために第1導電型半導体層が比較的厚く形成さ

10

20

30

40

50

れている。このように第1導電型半導体層が厚く形成されると、発光素子及びLEDアレイも厚くなり、LEDアレイの小型化が阻害される。また、第1導電型半導体層が厚く形成されると、材料コストが高く成り且つ第1導電型半導体層のエピタキシャル成長時間が長くなり、発光素子及びLEDアレイの低コスト化が阻害される。

また、複数の発光素子の第1導電型半導体層を共通の駆動端子にそれぞれ接続する場合には、この接続のために複数の分岐を第2の金属配線導体に設けることが必要になり、必然的に配線が複雑になった。

【特許文献1】特開2004-195946号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0005】

本発明の課題は、複数の発光半導体領域（発光素子）を有する半導体発光装置の小型化及び低コスト化が要求されていることであり、本発明の目的は上記要求に応えることができる半導体発光装置及びその製造方法を提供することである。

【課題を解決するための手段】

【0006】

次に、上記課題を解決するための本発明を必要に応じて実施例を示す図面の符号を参照して説明する。但し、特許請求の範囲及びここでの参照符号は本発明の理解を助けるものであって、本発明を限定するものではない。

上記課題を解決するための本発明は、

20

一方及び他方の主面を有し且つ第1導電型を有する半導体基板と、

前記半導体基板の前記一方の主面の中に選択的に形成され且つ前記第1導電型と反対の第2導電型を有する半導体層から成る第1の配線導体層と、

前記第1の配線導体層の上にそれぞれ配置され且つ光取り出しに使用される一方の主面とこの一方の主面に対向し且つ前記第1の配線導体層に電気的に接続されている他方の主面とをそれぞれ有し且つ発光のための複数の半導体層をそれぞれ有している複数の発光半導体領域と、

各発光半導体領域の一方の主面にそれぞれ電気的に接続されている複数の第2の配線導体層と

を備えていることを特徴とする半導体発光装置に係わるものである。

30

【0007】

なお、請求項2に示すように、本発明の別の実施形態に従う半導体発光装置は、

一方及び他方の主面を有し且つ第1導電型を有する半導体基板と、

前記半導体基板の前記一方の主面の中に選択的に形成され且つ前記第1導電型と反対の第2導電型を有する半導体層から成る複数の第1の配線導体層と、

各第1の配線導体層の上にそれぞれ配置され且つ光取り出しに使用される一方の主面とこの一方の主面に対向し且つ前記第1の配線導体層に電気的に接続されている他方の主面とをそれぞれ有し且つ発光のための複数の半導体層をそれぞれ有している複数の発光半導体領域と、

各発光半導体領域の一方の主面に電気的に接続されている第2の配線導体層とを備えていることが望ましい。

40

また、請求項3に示すように、

一方及び他方の主面を有し且つ第1導電型を有する半導体基板と、

前記半導体基板の前記一方の主面の中に選択的にそれぞれ形成され且つ前記第1導電型と反対の第2導電型をそれぞれ有する半導体層から成る少なくとも2つの第1の配線導体層（2，3）と、

前記2つの第1の配線導体層（2，3）の内の一方（2）の上にそれぞれ配置され且つ光取り出しに使用される一方の主面（19）とこの一方の主面に対向し且つ前記一方の第1の配線導体層（2）に電気的に接続されている他方の主面（20）とをそれぞれ有し且つ発光のための複数の半導体層をそれぞれ有している少なくとも2つの発光半導体領域（

50

4 a , 4 b ) と、

前記 2 つの第 1 の配線導体層 ( 2 , 3 ) の内の他方 ( 3 ) の上にそれぞれ配置され且つ光取り出しに使用される一方の主面 ( 1 9 ) とこの一方の主面に対向し且つ前記他方の第 1 の配線導体層 ( 3 ) に電氣的に接続されている他方の主面 ( 2 0 ) とをそれぞれ有し且つ発光のための複数の半導体層をそれぞれ有している少なくとも 2 つの発光半導体領域 ( 4 d , 4 e ) と、

前記一方の第 1 の配線導体層 ( 2 ) の上に配置された前記 2 つの発光半導体領域 ( 4 a , 4 b ) から選択された一方の発光半導体領域 ( 4 a ) の一方の主面 ( 1 9 ) に電氣的に接続され且つ前記他方の第 1 の配線導体層 ( 3 ) の上に配置された前記 2 つの発光半導体領域 ( 4 d , 4 e ) から選択された一方の発光半導体領域 ( 4 d ) の一方の主面 ( 1 9 ) に電氣的に接続されている第 2 の配線導体層 ( 5 ) と、

前記一方の第 1 の配線導体層 ( 2 ) の上に配置された前記 2 つの発光半導体領域 ( 4 a , 4 b ) から選択された他方の発光半導体領域 ( 4 b ) の一方の主面 ( 1 9 ) に電氣的に接続され且つ前記他方の第 1 の配線導体層 ( 3 ) の上に配置された前記 2 つの発光半導体領域 ( 4 d , 4 e ) から選択された他方の発光半導体領域 ( 4 e ) の一方の主面 ( 1 9 ) に電氣的に接続されている別の第 2 の配線導体層 ( 5 ) とを備えていることが望ましい。

また、請求項 4 に示すように前記第 1 の配線導体層は前記発光半導体領域の他方の主面 ( 2 0 ) よりも広い幅を有する部分を備え、この部分の上に前記発光半導体領域が配置されていることが望ましい。

また、請求項 5 に示すように更に、前記第 1 の配線導体層の前記発光半導体領域が配置されていない部分の上に配置された低抵抗化導体層を有し、前記低抵抗化導体層は前記発光半導体領域を構成する複数の半導体層の内の少なくとも 1 つと同一の材料で形成されていることが望ましい。

また、請求項 6 に示すように、前記第 1 の配線導体層は、前記半導体基板の前記一方の主面の中に選択的に形成され且つ前記第 1 導電型と反対の第 2 導電型を有する半導体層と、該半導体層の上に配置された金属層とから成ることが望ましい。

また、請求項 7 に示すように、請求項 1 に従う半導体発光装置の製造方法は、一方及び他方の主面を有する半導体基板を用意する工程と、

前記半導体基板の前記一方の主面の中に導電型決定不純物を選択的に注入して前記半導体基板に対して電氣的に分離されている半導体層から成る第 1 の配線導体層を形成する工程と、

前記第 1 の配線導体層を伴った前記半導体基板の上にエピタキシャル成長法によって複数の半導体層を含む発光用多層半導体領域を形成する工程と、

前記発光用多層半導体領域を選択的にエッチングして、光取り出しに使用される一方の主面とこの一方の主面に対向し且つ前記第 1 の配線導体層に電氣的に接続されている他方の主面とをそれぞれ有し且つ発光のための複数の半導体層をそれぞれ有している複数の発光半導体領域を形成する工程と、

各発光半導体領域の一方の主面にそれぞれ電氣的に接続されている複数の第 2 の配線導体層を形成する工程とを備えていることが望ましい。

また、請求項 8 に示すように、請求項 2 に従う半導体発光装置の製造方法は、一方及び他方の主面を有する半導体基板を用意する工程と、

前記半導体基板の前記一方の主面の中に導電型決定不純物を選択的に注入して前記半導体基板に対して電氣的に分離されている半導体層から成る複数の第 1 の配線導体層を形成する工程と、

前記複数の第 1 の配線導体層を伴った前記半導体基板の上にエピタキシャル成長法によって複数の半導体層を含む発光用多層半導体領域を形成する工程と、

発光用多層半導体領域を選択的にエッチングして、光取り出しに使用される一方の主面とこの一方の主面に対向し且つ前記第 1 の配線導体層に電氣的に接続されている他方の主面とを有し且つ発光のための複数の半導体層をそれぞれ有している発光半導体領域を各第 1 の配線導体層の上にそれぞれ形成する工程と、

10

20

30

40

50

各発光半導体領域の一方の主面にそれぞれ電氣的に接続されている第2の配線導体層を形成する工程とを備えていることが望ましい。

また、請求項9に示すように、請求項3に従う半導体発光装置の製造方法は、一方及び他方の主面を有する半導体基板を用意する工程と、

前記半導体基板の前記一方の主面の中に導電型決定不純物を選択的に注入して前記半導体基板に対して電氣的に分離されている少なくとも2つの第1の配線導体層(2, 3)を形成する工程と、

前記複数の第1の配線導体層を伴った前記半導体基板の上にエピタキシャル成長法によって複数の半導体層を含む発光用多層半導体領域を形成する工程と、

発光用多層半導体領域を選択的にエッチングして、前記2つの第1の配線導体層(2, 3)の内の一方(2)の上にそれぞれ配置され且つ光取り出しに使用される一方の主面(19)とこの一方の主面に対向し且つ前記一方の第1の配線導体層(2)に電氣的に接続されている他方の主面(20)とをそれぞれ有し且つ発光のための複数の半導体層をそれぞれ有している少なくとも2つの発光半導体領域(4a, 4b)と、前記2つの第1の配線導体層(2, 3)の内の他方(3)の上にそれぞれ配置され且つ光取り出しに使用される一方の主面(19)とこの一方の主面に対向し且つ前記他方の第1の配線導体層(3)に電氣的に接続されている他方の主面(20)とをそれぞれ有し且つ発光のための複数の半導体層をそれぞれ有している少なくとも2つの発光半導体領域(4d, 4e)とを形成する工程と、

前記一方の第1の配線導体層(2)の上に配置された前記2つの発光半導体領域(4a, 4b)から選択された一方の発光半導体領域(4a)の一方の主面(19)に電氣的に接続され且つ前記他方の第1の配線導体層(3)の上に配置された前記2つの発光半導体領域(4d, 4e)から選択された一方の発光半導体領域(4d)の一方の主面(19)に電氣的に接続されている第2の配線導体層(5)と、前記一方の第1の配線導体層(2)の上に配置された前記2つの発光半導体領域(4a, 4b)から選択された他方の発光半導体領域(4b)の一方の主面(19)に電氣的に接続され且つ前記他方の第1の配線導体層(3)の上に配置された前記2つの発光半導体領域(4d, 4e)から選択された他方の発光半導体領域(4e)の一方の主面(19)に電氣的に接続されている別の第2の配線導体層(5)とを形成する工程とを備えていることが望ましい。

【発明の効果】

【0008】

本発明は次の効果を有する。

(1) 本発明の第1の配線導体層は半導体基板の中に形成された導電性を有する半導体領域から成る。発光半導体領域は周知のように少なくとも第1導電型半導体層と、この上に直接に又は活性層を介して配置された第2導電型半導体層とを有する。従って、本発明においては、第1の配線導体層が発光半導体領域の第1導電型半導体層の下に配置される。この結果、第1の配線導体層は発光半導体領域の駆動電流を基板に平行な方向(横方向)に流すための横方向電流通路として機能する。既に説明したように従来のLEDアレイにおいては第1の配線導体層が発光半導体領域の下には配置されず、発光半導体領域の最も下の第1導電型半導体層の横方向への突出部分の上に配置されている。この結果、従来のLEDアレイにおいては第1導電型半導体層が横方向電流通路として機能するので、これが比較的厚く形成されている。これに対し、本発明では第1の配線導体層が横方向電流通路として機能するので、発光半導体領域の第1導電型半導体層に横方向電流通路の全部を流すことが要求されない。即ち、本発明では第1導電型半導体層を横方向電流通路としての機能を有するように形成することが不要になるか、又は横方向電流通路を第1導電型半導体層のみで形成することが不要になる。この結果、本発明では第1導電型半導体層を従来よりも薄く形成することが可能になり、発光半導体領域全体の厚み及び半導体発光装置の厚みを薄くすることができ、半導体発光装置の小型化及び低コスト化が可能になる。

(2) 発光半導体領域の他方の主面と半導体基板との間に第1の配線導体層の一部が配

置され、発光半導体領域の他方の主面と半導体基板との間が電氣的配線に使用されているので、複数の発光半導体領域の電氣的配線の単純化、又は基板上における第1の配線導体層の占有面積の低減が可能になる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0009】

次に図面を参照して本発明の実施形態を説明する。

【実施例1】

【0010】

図1～図5に本発明の実施例1に従うマイクロディスプレイ等に使用することが可能な半導体発光装置の一部が示されている。この実施例1の半導体発光装置は、大別して半導体基板1と、この半導体基板1の中に形成された複数(第1番目及び第2番目の2つ)の第1の配線導体層2、3と、第1番目の第1の配線導体層2の上に配置された第1、第2及び第3の発光半導体領域4a、4b、4cと、第2番目の第1の配線導体層3の上に配置された第4、第5及び第6の発光半導体領域4d、4e、4fと、複数(第1番目、第2番目及び第3番目の3つ)の第2の配線導体層5、6、7と、複数(第1番目及び第2番目の2つ)の第1の端子8、9と、複数(第1番目、第2番目及び第3番目の3つ)の第2の端子10、11、12とを有する。表示ドット即ち発光ダイオード(LED)として機能する第1～第6の発光半導体領域4a～4fは図5に示す等価回路に示すようにマトリックス回路を構成するための複数(2本)の第1の配線導体2、3と複数(3本)の第2の配線導体5、6、7とに接続されている。図1～図5では図示及び説明を容易にするために半導体発光装置の一部のみが示されているが、発光半導体領域4a～4fの個数、第1の配線導体2、3の個数、第2の配線導体5、6、7の個数を増加又は減少することができる。以下、図1の半導体発光装置の各部を詳しく説明する。

【0011】

半導体基板1は、n型(第1導電型)シリコン基板から成る。この半導体基板1のn型不純物濃度は後述する第1の配線導体層2、3のp型(第2導電型)不純物濃度よりも低く設定されている。なお、半導体基板1をp型シリコン基板又はアンドープのシリコン基板(真性半導体基板)で構成することもできる。この半導体基板1は、図2及び図3に示すように一方の主面13と他方の主面14とを有し、一方の主面13上に複数の発光半導体領域4a～4fが配置されている。発光半導体領域4a～4fは半導体基板1の上にエピタキシャル成長された複数の半導体層に基づいて形成されているので、半導体基板1は発光半導体領域4a～4fを機械的に支持する基板としての機能の他に複数の半導体層をエピタキシャル成長させるための成長基板としての機能を有し、例えば100～1000 $\mu\text{m}$ のように比較的厚く形成される。

【0012】

各第1の配線導体層2、3は図4に示すように横方向(X軸方向)に帯状に延び且つ平面的に見て(半導体基板1の一方の主面13に対して垂直な方向から見て)互いに平行に配置されている。第1番目(上側)の第1の配線導体層2は第1グループに属する第1、第2及び第3の発光半導体領域4a、4b、4cを配置する部分とこれ等を相互に接続する部分とこれ等を第1番目(上側)の第1の端子8に接続する部分とを有する。第2番目(下側)の第1の配線導体層3は第2グループに属する第4、第5及び第6の発光半導体領域4d、4e、4fを配置する部分とこれ等を相互に接続する部分とこれ等を第2番目(下側)の第1の端子9に接続する部分とを有する。

各第1の配線導体層2、3は、半導体基板1の一方の主面13にp型不純物(例えばホウ素)のイオンを $1 \times 10^{19} \text{ cm}^{-3}$ 程度の濃度に周知のイオン注入法によって注入することによって形成した半導体層であり、半導体基板1と反対の導電型(p型)を有し且つ半導体基板1よりも十分に小さい抵抗率(例えば0.01～1.00 $\text{ cm}$ )を有する。従って、各第1の配線導体層2、3を導電体と見なすことができる。また、各第1の配線導体層2、3は発光半導体領域(発光素子)4a～4fの駆動電流通路として機能することができる深さH(例えば5～20 $\mu\text{m}$ )に形成されている。p型半導体層から成る各第1の配

10

20

30

40

50

線導体層 2、3 は n 型シリコンから成る半導体基板 1 から p n 接合分離されている。p 型半導体層から成る各第 1 の配線導体層 2、3 と n 型シリコンから成る半導体基板 1 と間の p n 接合分離を確実にするために図 2 に示す逆バイアス電圧源  $E_B$  が各第 1 の配線導体層 2、3 と半導体基板 1 とに接続されている。各第 1 の配線導体層 2、3 は半導体基板 1 に対して p n 接合に基づいて電氣的に分離されているので、発光半導体領域（発光素子）4 a ~ 4 f の駆動電流通路として機能し、各第 1 の配線導体層 2、3 から半導体基板 1 に対して電流は実質的に流れない。

図 3 に示すように各第 1 の配線導体層 2、3 の幅  $W_2$ （図 1 における縦方向の幅に相当）は、各発光半導体領域 4 a ~ 4 f の幅  $W_1$ （図 1 における Y 軸方向（縦方向）の幅に相当）よりも少し大きく設定されている。各第 1 の配線導体層 2、3 の幅  $W_2$  は駆動電流を流すことが可能な範囲において変更可能である。もし、各第 1 の配線導体層 2、3 と半導体基板 1 とが p n 接合分離以外の構成で電氣的に分離されている場合には、各第 1 の配線導体層 2、3 の幅  $W_2$  を各発光半導体領域 4 a ~ 4 f の幅  $W_1$  よりも小さく設定することもできる。しかし、半導体基板 1 上に発光半導体領域 4 a ~ 4 f を得るための複数の半導体層をエピタキシャル成長させた時に、半導体基板 1 の一方の主面 1 3 における半導体基板 1 と第 1 の配線導体層 2、3 との境界上における半導体層の結晶性が他の部分よりも悪くなるので、各第 1 の配線導体層 2、3 の幅  $W_2$  を各発光半導体領域 4 a ~ 4 f の幅  $W_1$  よりも広くし、上記境界の上に各発光半導体領域 4 a ~ 4 f を配置しないことが望ましい。なお、上記境界上の結晶性劣化は第 1 の配線導体層 2、3 を導電型決定不純物のイオン注入法で形成する時に境界領域に生じる突起（図示せず）に起因している。

#### 【0013】

各第 1 の配線導体層 2、3 を駆動回路（図示せず）に接続するために各第 1 の配線導体層 2、3 の端部に設けられた第 1 の端子 8、9 はワイヤボンディングが可能な金属層から成る。

図 1 で示すように第 1 及び第 2 番目の第 1 の端子 8、9 は半導体基板 1 の同一の辺 3 1 側に沿って配置されず、対向する 2 つの辺 3 1、3 3 に沿うように分けて配置されている。従って第 1 番目の第 1 の端子 8 と第 2 番目の第 1 の端子 9 とを位置的制限が少ない状態で配置することができ、各第 1 の端子 8、9 の縦幅を接続された第 1 の配線導体層 2、3 より大きくすること、及び相互間の電氣的分離を良好にすることができる。なお、各第 1 の端子 8、9 の縦幅を第 1 の配線導体層 2、3 よりさほど大きくする必要が無い時は、第 1 番目の第 1 の端子 8 と第 2 番目の第 1 の端子 9 とを半導体基板 1 の同一の辺側に並置することができる。

#### 【0014】

図 1 においては、上側（第 1 番目）の第 1 の配線導体層 2 の上に配置された第 1 グループに属する第 1、第 2 及び第 3 の発光半導体領域 4 a、4 b、4 c、及び下側（第 2 番目）の第 1 の配線導体層 3 の上に配置された第 2 グループに属する第 4、第 5 及び第 6 の発光半導体領域 4 d、4 e、4 f のそれぞれは、順次に積層された n 型バッファ層 1 5 と n 型半導体層 1 6 と活性層 1 7 と p 型半導体層 1 8 とを有する。各発光半導体領域 4 a ~ 4 f の一方の主面 1 9 即ち p 型半導体層 1 8 の上面は光取り出し面として使用される。第 1 グループに属する発光半導体領域 4 a、4 b、4 c の他方の主面 2 0 即ちこれらの n 型バッファ層 1 5 の下面は第 1 番目（図 1 の上側）の第 1 の配線導体層 2 にそれぞれ電氣的に接続されている。第 2 グループに属する発光半導体領域 4 d、4 e、4 f の他方の主面 2 0 即ちこれらの n 型バッファ層 1 5 の下面は第 2 番目（図 1 の下側）の第 1 の配線導体層 3 にそれぞれ電氣的に接続されている。

#### 【0015】

各発光半導体領域 4 a ~ 4 f の n 型バッファ層 1 5 は窒化物半導体から成り、例えば n 型不純物がドーパされた AlN（窒化アルミニウム）層と n 型不純物がドーパされた GaN（窒化ガリウム）層とを繰返して配置して構成することができる。この場合の AlN 層の厚さは例えば 0.5 ~ 5 nm、GaN 層の厚さは例えば 5 ~ 5500 nm である。勿論、バッファ層 1 5 は上記の AlN 層と GaN 層との多層構造バッファに限定されるものでなく、AlN 層の代わりに Al

10

20

30

40

50

InN(窒化インジウム アルミニウム)、AlGaIn(窒化ガリウム アルミニウム)及びAlInGaIn(窒化ガリウム インジウム アルミニウム)等から選択された材料の層とすること、GaInN(窒化ガリウム インジウム)、AlInN(窒化インジウム アルミニウム)、AlGaIn(窒化ガリウム アルミニウム)及びAlInGaIn(窒化ガリウム インジウム アルミニウム)等から選択された材料の層とすることができる。また、バッファ層15をAlN、GaInN等の窒化物半導体の単層構造にすることもできる。また、バッファ層15を省くこともできる。また、バッファ層15はこの上のn型半導体層16と同一導電型であるので、バッファ層15とn型半導体層16とを合せて1つの第1導電型半導体層と見なすこと即ちバッファ層15をn型半導体層16の一部と見なすこともできる。

#### 【0016】

この実施例では、p型シリコンから成る各第1の配線導体層2、3にn型バッファ層15が接触しているが、両者はヘテロ接合であり且つ両者間に合金化領域(図示せず)が生じているので、各発光半導体領域4a~4fに順方向電圧が印加された時のヘテロ接合部における電圧降下は、n型シリコンとn型バッファ層とのヘテロ接合の場合よりは小さい。もし、n型シリコンの上にGaInN等の窒化物半導体から成るn型バッファ層を形成すると、Ga等の3族の元素はシリコンに対してp型不純物として作用し、n型シリコンの中にpn接合が生じ、これによる電圧降下が生じる。しかし、各第1の配線導体層2、3をn型シリコン半導体層で形成し、この上に窒化物半導体から成るn型バッファ層15を形成した場合におけるヘテロ接合における電圧降下はさほど大きいものではないので、本発明において第1の配線導体層2、3をn型シリコン半導体層とすることもできる。この場合には半導体基板1をp型シリコンにして第1の配線導体層2、3と半導体基板1とをpn接合分離する。

#### 【0017】

この実施例では、n型バッファ層15と一体に配線の低抵抗化を図るための低抵抗化導電層21が図2において点線で区画して示すように設けられている。この低抵抗化導電層21の上には活性層17が形成されていないので、図2において低抵抗化導電層21に縦方向電流は流れず、横方向電流のみが流れる。低抵抗化導電層21は各第1の配線導体2、3に重ね合されているので、第1の配線導体2、3に対して低抵抗化導電層21が電気的に並列接続された状態となり、両者を合せた配線の抵抗値は、低抵抗化導電層21を設けない場合よりも小さくなる。もし、第1の配線導体層2、3の配線抵抗が十分に低い場合には低抵抗化導電層21を省くことができる。なお、低抵抗化導電層21は、第1の配線導体層2、3の上面の空きスペースに設けられているので、半導体発光装置の小型化を阻害しない。なお、実施例1においては低抵抗化導電層21が各発光半導体領域4a~4fの1部であるn型バッファ層15と同一の材料で同時に形成されている。しかし、低抵抗化導電層21をn型バッファ層15とn型半導体16との組合せと同一の材料で形成すること、又は抵抗低減効果を高めるために金属層で形成すること、又はn型バッファ層15と違う半導体材料で形成することができる。本実施例では、n型バッファ層15及び低抵抗化導電層21がAlNとGaInNとの積層体で構成されているので、このヘテロ接合面に周知の2次元電子ガス層が生じ、低抵抗化導電層21の横方向の抵抗が比較的小さい。

#### 【0018】

各発光半導体領域4a~4fのn型半導体層16はn型クラッド層と呼ぶこともできるのであって、活性層17とバッファ層15との間に配置され、活性層17よりも大きなバンドギャップを有する好ましくはn型GaInN等の窒化物半導体から成る。しかし、このn型半導体層16をGaInN以外のAlInGaIn、AlGaIn等の別の化合物半導体で形成することもできる。

#### 【0019】

活性層17はダブルヘテロ接合LEDを構成するためにn型半導体層16とp型半導体層18との間に配置されており、例えばInGaInN等の窒化物半導体から成る。なお、図2及び図3では活性層17が1つの層で概略的に示されているが、実際には周知の多重量子井戸構造(MQW)を有している。しかし、この活性層17を単一量子井戸構造(SQW)又は単一

10

20

30

40

50

の半導体層で形成することもできる。また、場合によっては活性層 17 を省き、n 型半導体層（第 1 導電型半導体層）16 に p 型半導体層（第 2 導電型半導体層）18 を直接に接合させることもできる。

【0020】

活性層 17 の上に配置された p 型半導体層 18 は p 型クラッド層と呼ぶこともできるのであって、活性層 17 よりも大きいバンドギャップを有する例えば p 型 GaN 等の窒化物半導体から成る。しかし、p 型半導体層 18 を GaN 以外の AlInGaN 又は AlGaIn 等の別の化合物半導体で形成することもできる。

【0021】

各発光半導体領域 4a ~ 4f の一方の主面 19 即ち p 型半導体層 18 の一方の主面に p 型半導体層 18 に低抵抗接続（オーミック抵抗）されている光透過性導電膜 22 が設けられている。光透過性導電膜 22 は、例えば ITO（インジウム・錫・酸化物）から成り、各発光半導体領域 4a ~ 4f に流れる電流の分布の均一化を図る機能を有する。もし、発光半導体領域 4a ~ 4f の電流分布の均一化が要求されない場合には光透過性導電膜 19 を省くこともできる。

各発光半導体領域 4a ~ 4f の側面はこれ等の他方の主面 20 に対して傾斜している。各発光半導体領域 4a ~ 4f の側面の傾斜角度は、各発光半導体領域 4a ~ 4f の他方の主面 20 に対して 75 度以上且つ 90 度未満であることが望ましい。この範囲の傾斜角度にすれば、各発光半導体領域 4a ~ 4f から側面方向に放射された光が隣の各発光半導体領域に漏れることを抑制できる。

【0022】

各発光半導体領域 4a ~ 4f の各層 15 ~ 18 及び低抵抗化導電層 21 を形成する時には、第 1 の配線導体層 2 を伴った半導体基板 1 の上に各層 15 ~ 18、21 を形成するための半導体材料を周知の MOCVD 等の技術で順次にエピタキシャル成長させて多層構造体を得、更に、ITO 膜を蒸着で形成した後に周知のエッチング技術によって ITO 膜及び多層構造体を選択的エッチングする。なお、低抵抗化導電層 21 が残存するように多層構造体をエッチングする。

【0023】

図 1 では省略されているが、図 2 及び図 3 に示すように各発光半導体領域 4a ~ 4f の外周面及び低抵抗化導電層 21 の表面、各第 1 の配線導体層 2、3 の露出面、半導体基板 1 の露出面を覆うように光透過性絶縁膜 23 が形成されている。光透過性絶縁膜 23 は、好ましくは SiO<sub>x</sub>（但し、x は 1 ~ 2 の数値）で形成する。

【0024】

各第 2 の配線導体層 5、6、7 は金属層（好ましくは Au）から成り、光透過性絶縁膜 23 に形成された開口を介して光透過性導電膜 22 に接続されている。また、各第 2 の配線導体層 5、6、7 は図 1 から明らかなように縦方向（Y 軸方向）に延び且つ互いに並列に配置されている。各第 2 の配線導体層 5、6、7 は光の取り出しを阻害するので、各発光半導体領域 4a ~ 4f の一方の主面 19 上の光透過性導電膜 22 の一部のみ接続されている。なお、光透過性導電膜 22 が設けられない場合には、各第 2 の配線導体 5、6、7 が各発光半導体領域 4a ~ 4f の一方の主面 19 に直接に低抵抗接続される。

図 1 ではマトリクス回路を構成するために第 1 番目の第 2 の配線導体層 5 が第 1 及び第 4 の発光半導体領域 4a、4d に接続され、第 2 番目の第 2 の配線導体層 6 が第 2 及び第 5 の発光半導体領域 4b、4e に接続され、第 3 番目の第 2 の配線導体層 7 が第 3 及び第 6 の発光半導体領域 4c、4f に接続されている。

更に詳しく説明すると、第 1 番目（右側）の第 2 の配線導体層 5 は第 1 番目（上側）の第 1 の配線導体層 2 の上に配置された 3 つの発光半導体領域 4a、4b、4c から択一的に選択された 1 つの発光半導体領域 4a の一方の主面 19 に電氣的に接続され且つ第 2 番目（下側）の第 1 の配線導体層 3 の上に配置された 3 つの発光半導体領域 4d、4e、4f から択一的に選択された 1 つの発光半導体領域 4d の一方の主面 19 に電氣的に接続されている。第 2 番目（真中）の第 2 の配線導体層 6 は第 1 番目（上側）の第 1 の配線導体層

10

20

30

40

50

2の上に配置された3つの発光半導体領域4a, 4b, 4cから択一的に選択された別の1つの発光半導体領域4bの一方の主面19に電氣的に接続され且つ第2番目(下側)の第1の配線導体層3の上に配置された3つの発光半導体領域4d, 4e, 4fから択一的に選択された別の1つの発光半導体領域4eの一方の主面19に電氣的に接続されている。第3番目(左側)の第2の配線導体層7は第1番目(上側)の第1の配線導体層2の上に配置された3つの発光半導体領域4a, 4b, 4cから択一的に選択された更に別の1つの発光半導体領域4cの一方の主面19に電氣的に接続され且つ第2番目(下側)の第1の配線導体層3の上に配置された3つの発光半導体領域4d, 4e, 4fから択一的に選択された更に別の1つの発光半導体領域4fの一方の主面19に電氣的に接続されている。

10

#### 【0025】

第1、第2及び第3番目の第2の端子10、11、12は、パッド電極と呼ぶこともできるものであって、絶縁膜3の上に配置され且つ第1、第2及び第3番目の第2の配線導体層5、6、7にそれぞれ接続されている。この実施例の各第2の端子10、11、12は各第2の配線導体層5、6、7と同一の金属層(Au層)で形成されているので、これ等の境界が破線で示されている。勿論、各第2の端子10、11、12を各第2の配線導体層5、6、7と別の導電性材料で形成することもできる。第1及び第3番目の第2の端子10及び12は半導体基板1の辺32側に配置され、第2の端子11は半導体基板1の辺34側に配置されている。従って、第1、第2及び第3番目の第2の端子10、11、12は半導体基板1の同一の辺に沿って配置されずに、対向する2つの辺に沿って交互に即ち千鳥足状に配置されている。これにより例えば隣り合う2つの第2の端子10、12間の間隔を広くすること、又は各第2の端子10、11、12の横幅を第2の配線導体5、6、7の横幅よりも大きくすることができる。

20

#### 【0026】

マトリクス回路を構成している複数の発光半導体領域4a~4fを選択的に駆動する時には、半導体基板1と第1の配線導体2、3との間に逆バイアス電圧を印加した状態でX軸方向に延びている第1の配線導体層2、3と、Y軸方向に延びている第2の配線導体層5、6、7との間に選択的に駆動電圧を印加する。例えば、第1の発光半導体領域4aを発光させる時には、半導体基板1と第1の配線導体2、3との間に逆バイアスとなる電圧を印加した状態で第1番目の第1の端子8と第1番目の第2の端子10との間に駆動電圧を印加する。これにより、第1番目の第2の端子10、第1番目の第2の配線導体層5、第1の発光半導体領域4a、第1番目の第1の配線導体2及び第1番目の第1の端子8の経路に駆動電流が流れ、第1の発光半導体領域4aが発光する。第2~第6の発光半導体領域4b~4fも第1の発光半導体領域4aと同様に駆動される。

30

#### 【0027】

本実施例の半導体発光装置は次の効果を有する。

(1) 駆動電流の電流通路として機能する第1の配線導体層2、3が半導体基板1の中に形成され、且つ第1~第3の発光半導体領域4a~4cの他方の主面20が第1番目の第1の配線導体層2に電氣的に接続され、第4~第6の発光半導体領域4d~4fの他方の主面20が第2番目の第1の配線導体層3に電氣的に接続されている。上記の半導体発光領域(発光素子)4a~4fの最下層に対する電氣的配線の構成は、例えば特許文献1に示されている従来のLEDアレイにおける半導体発光領域(発光素子)の最下層に金属配線導体を接続するために最下層に横方向突出部分(台部分)を設け、横方向突出部分の上に金属配線導体を接続する構成と本質的に相違する。従来の横方向突出部分の上に金属配線導体を接続する構成の場合には、既に説明したように横方向突出部分が駆動電流全部の電流通路となるので、半導体発光領域(発光素子)の最下層及び横方向突出部分が比較的厚く形成される。これに対して本実施例では、バッファ層15の下に駆動電流の電流通路として機能する第1の配線導体層2、3があり、且つ第1の配線導体層2、3が半導体基板1の中に形成されているので、バッファ層15を従来よりも薄く形成することができ、各発光半導体領域4a~4fの薄型化(小型化)が達成されるのみでなく、各発光半導体領

40

50

域 4 a ~ 4 f のオン抵抗の低減を図ることも可能になる。

( 2 ) 第 1 ~ 第 3 の発光半導体領域 4 a ~ 4 c に対する第 1 番目の第 1 の配線導体層 2 の接続、第 4 ~ 第 6 の発光半導体領域 4 d ~ 4 f に対する第 1 番目の第 1 の配線導体層 3 の接続は、発光半導体層 4 a ~ 4 f と半導体基板 1 との間で達成されているので、従来の半導体発光領域 ( 発光素子 ) の最下層における横方向突出部分 ( 台状部分 ) に相当するものを設けることが不要になり、半導体基板 1 の一方の主面 1 3 の面積を小さくすることができる。また、横方向突出部分 ( 台状部分 ) が無い分だけ発光半導体領域 4 a ~ 4 f の相互間隔を小さくすることができる。

( 3 ) 各第 1 の配線導体層 2、3 の幅  $W_2$  が各発光半導体領域 4 a ~ 4 f の幅  $W_1$  よりも大きいので、発光半導体領域 4 a ~ 4 f の結晶性を良くすることが可能になる。即ち、既に説明したように第 1 の配線導体層 2、3 がイオン注入法で形成された半導体層の場合には、半導体基板 1 の一方の主面 1 3 における第 1 の配線導体層 2、3 と半導体基板 1 との境界部分に微小突起が生じ、この上のエピタキシャル成長層の結晶性が悪くなる。しかし、この実施例では結晶性が悪い部分を発光半導体領域 4 a ~ 4 f に使用しないので、発光半導体領域 4 a ~ 4 f の結晶性は比較的良い。これにより、特性の良い発光半導体領域 ( 発光素子 ) 4 a ~ 4 f を提供することができる。

( 4 ) 第 1 番目の第 1 の配線導体層 2 の第 1 ~ 第 3 の発光半導体領域 4 a ~ 4 c が配置されていない部分、第 2 番目の第 1 の配線導体層 3 の第 4 ~ 第 6 の発光半導体領域 4 d ~ 4 f が配置されていない部分の上に低抵抗化半導体層 2 1 が配置されているので、配線抵抗の低減を図ることができる。

( 5 ) 各第 1 の配線導体層 2、3 が図 1 及び図 4 から明らかなように帯状に形成され、第 1 番目の第 1 の配線導体層 2 の上に第 1、第 2 及び第 3 の発光半導体領域 4 a、4 b、4 c が配列され、第 2 番目の第 1 の配線導体層 3 の上に第 4、第 5 及び第 6 の発光半導体領域 4 d、4 e、4 f が配列されている。従って、第 1 番目の第 1 の端子 8 と第 1、第 2 及び第 3 の発光半導体領域 4 a、4 b、4 c との間の電氣的接続、及び第 2 番目の第 1 の端子 9 と第 4、第 5 及び第 6 の発光半導体領域 4 d、4 e、4 f との間の電氣的接続を容易に達成できる。即ち、マトリックス回路を容易に形成できる。

( 6 ) 第 1 番目の第 1 の端子 8 と第 2 番目の第 1 の端子 9 とは半導体基板 1 の互いに反対側の辺の近傍に配置されているので、第 1 番目の第 1 の端子 8 と第 2 番目の第 1 の端子 9 との間の電氣的分離が良好に達成されるばかりでなく、外部回路に対する電氣的接続が容易なように各第 1 の端子 8、9 を大きく形成することができる。

( 7 ) 奇数番目の第 2 の端子 1 0、1 2 と偶数番目の第 2 の端子 1 1 とが反対側の近傍に配置されているので、第 2 の端子 1 0 ~ 1 3 の相互間の電氣的分離が良好に達成されるばかりでなく、外部回路に対する電氣的接続が容易なように第 2 の端子 1 0 ~ 1 2 を大きく形成することができる。

( 8 ) 第 1 番目の第 1 の配線導体層 2 と第 2 の配線導体層 1 0、1 1、1 2 との交差点に第 1 ~ 第 3 の発光半導体領域 4 a ~ 4 c が配置され、第 2 番目の第 1 の配線導体層 3 と第 2 の配線導体層 1 0、1 1、1 2 との交差点に第 4 ~ 第 6 の発光半導体領域 4 d ~ 4 f が配置されているので、発光半導体領域 4 a ~ 4 f が第 1 の配線導体層 2、3 と第 2 の配線導体層 1 0、1 1、1 2 との層間絶縁の機能を有している。従って、第 1 の配線導体層 2、3 と第 2 の配線導体層 1 0、1 1、1 2 との間の電氣的分離が良好に達成されている。なお、この実施例では第 1 番目の第 1 の配線導体層 2 の一部が第 1 ~ 第 3 の発光半導体領域 4 a ~ 4 c から第 2 の配線導体層 1 0、1 1、1 2 が延びている方向にはみ出し、また第 2 番目の第 1 の配線導体層 3 の一部が第 4 ~ 第 6 の発光半導体領域 4 d ~ 4 f から第 2 の配線導体層 1 0、1 1、1 2 が延びている方向にはみ出ししているが、このみ出し部分は絶縁膜 2 3 によって第 2 の配線導体層 1 0、1 1、1 2 から電氣的に分離されている。第 1 の配線導体層 2、3 と第 2 の配線導体層 1 0、1 1、1 2 とが絶縁膜 2 3 を介して重なる部分は極めて小さいので、絶縁膜 2 3 による電氣的分離の不良が発生する確率も極めて小さい。

( 9 ) 半導体基板 1 はシリコンから成るので、サファイア基板及び SiC 基板に比べて窒

10

20

30

40

50

化物半導体からなる発光半導体領域 4 a ~ 4 f から出る光の透過性が悪いので、半導体基板 1 の他方の主面（底面）1 4 で反射した光が隣りの発光半導体領域から外部に放出される現象即ち光の漏れ現象が少なくなる。

【実施例 2】

【0028】

次に、図 6 に示す実施例 2 の半導体発光装置を説明する。但し、図 6 及び後述する図 7 ~ 図 10 において図 1 ~ 図 5 と実質的に同一の部分には同一の参照符号を付し、その説明を省略する。

【0029】

図 6 の半導体発光装置は、第 1、第 2 及び第 3 の発光半導体領域（発光素子）4 a、4 b、4 c のみに接続された第 2 の配線導体層 5 a、6 a、7 a を設け、この他は図 1 と実質的に同一に構成したものである。即ち、図 1 の実施例 1 では各第 2 の配線導体層 5、6、7 に対して複数個の発光半導体領域が接続されているが、図 6 の実施例では金属層から成る各第 2 の配線導体層 5 a、6 a、7 a に対して 1 つの発光半導体領域 4 a、4 b、4 c が接続されている。図 6 の各半導体領域 4 a、4 b、4 c の下面と第 1 の配線導体層 2 との接続関係は図 1 と同一である。即ち、図 6 においても第 1 の配線導体層 2 は n 型シリコンから成る半導体基板 1 の中に形成された不純物添加の p 型半導体層から成り、且つ各発光半導体領域 4 a ~ 4 c よりも広い幅に形成されている。また、図 6 においても第 1 の配線導体層 2 における発光半導体領域 4 a、4 b、4 c が配置されていない部分の上に低抵抗化導電層 2 1 が図 1 と同様に設けられている。

【0030】

図 6 の第 1 の端子 8 は各発光半導体領域 4 a、4 b、4 c に駆動電圧を印加するための共通端子として使用される。3 個の第 2 の端子 10、11、12 は 3 個の発光半導体領域 4 a、4 b、4 c を個別に駆動するための駆動端子として使用される。

【0031】

図 6 には第 1 の配線導体層 2 に 3 個の発光半導体領域 4 a、4 b、4 c が接続されているが、勿論更に多くの発光半導体領域を接続することができる。

また、図 6 に示す発光半導体領域 4 a、4 b、4 c と第 1 の配線導体層 2 と第 2 の配線導体層 5 a、6 a、7 a と第 1 の端子 8 と第 2 の端子 10、11、12 とから成る単位発光アレイと同一構成の別の発光アレイを同一の半導体基板 1 上に追加して設けることができる。

【0032】

図 6 の実施例 2 の半導体発光装置の基本的構成は図 1 の実施例 1 と同一であるので、図 6 の実施例 2 によっても図 1 の実施例 1 と同様な効果を得ることができる。

【実施例 3】

【0033】

次に、図 7 に示す実施例 3 の半導体発光装置を説明する。図 7 の半導体発光装置の第 1 番目の第 1 の配線導体層 2 a に 1 個の発光半導体領域（発光素子）4 a を接続し、第 2 番目の第 1 の配線導体層 3 a に 1 個の発光半導体領域（発光素子）4 d を接続しこの他は図 1 と実質的に同一に構成したものである。図 7 の第 1 の配線導体層 2 a、3 a は図 1 の第 1 の配線導体層 2、3 と同様に n 型シリコンから成る半導体基板 1 の中に不純物注入法によって形成された p 型半導体層から成り、且つ発光半導体領域 4 a、4 d よりも広い幅に形成されている。また、図 7 においても第 1 の配線導体層 2 a、3 a における発光半導体領域 4 a、4 d が配置されていない部分の上に低抵抗化導電層 2 1 が図 1 と同様に設けられている。

図 7 の第 2 の配線導体層 5 は図 1 と同様に各半導体領域 4 a、4 d の上面に接続されている。

【0034】

図 7 の各第 1 の配線導体層 2 a、3 a に接続された第 1 の端子 8、9 は、複数の発光半導体領域 4 a、4 d に駆動電圧を個別に印加するための端子として使用される。第 2 の配線導

体層 5 に接続された第 2 の端子 10 は複数の発光半導体領域 4 a、4 d を駆動するための共通端子として使用される。

【0035】

図 7 には 2 個の第 1 の配線導体層 2 a、3 a のみが示されているが、これと同様なものを更に設け、この上に発光半導体領域を接続することができる。この場合には追加した発光半導体領域にも第 2 の配線導体層 5 を接続する。

また、図 7 に示す発光半導体領域 4 a、4 d と第 1 の配線導体層 2 a、3 a と第 2 の配線導体層 5 とから成る単位発光アレイと同一構成の別の発光アレイを同一の半導体基板 1 上に追加して設けることができる。

【0036】

図 7 の実施例 3 の半導体発光装置の基本的構成は図 1 と実施例 1 と同一であるので、図 7 の実施例 3 によっても図 1 の実施例 1 と同様な効果を得ることができる。

【実施例 4】

【0037】

図 8 及び図 9 に示す実施例 4 の電界効果半導体装置は、変形された第 1 の配線導体層 2 b、3 b を設け、且つ変形された発光半導体領域 4 a' ~ 4 f' を設けた他は図 1 ~ 図 5 と同一に構成したものである。

図 8 及び図 9 の変形された第 1 の配線導体層 2 b、3 b は導電性を有する p 型半導体層 3 5、3 6 と金属層 3 7、3 8 との積層体で構成されている。p 型半導体層 3 5、3 6 は図 2 ~ 図 3 の半導体層から成る第 1 の配線導体層 2、3 と同様に半導体基板 1 に p 型不純物を注入することによって形成されている。金属層 3 7、3 8 は p 型半導体層 3 5、3 6 の上に形成されている。

図 8 及び図 9 に示す各発光半導体領域 4 a' ~ 4 f' は図 1 ~ 図 3 に示す各発光半導体領域 4 a ~ 4 f とほぼ同一であるが、図 2 ~ 図 3 に示す n 型バッファ層 1 5 を有さず、また垂直の側面を有する点で図 1 ~ 図 3 の各発光半導体領域 4 a ~ 4 f と相違している。図 8 及び図 9 の各発光半導体領域 4 a' ~ 4 f' の第 2 の主面（下面）20 に貼り付け用金属層 30 が設けられ、これが金属層 3 7、3 8 に結合されている。

【0038】

図 8 及び図 9 に示す実施例 4 の電界効果半導体装置は、図 1 ~ 図 3 の実施例 1 と同様な効果を有する他に、金属層 3 7、3 8 の働きで図 1 ~ 図 3 の実施例 1 よりも第 1 の配線導体層 2 b、3 b の配線抵抗を小さくできる効果を有する。

【0039】

本発明は上述の実施例に限定されるものでなく、例えば、次の変形が可能なものである。

(1) 各実施例の第 2 の配線導体層 5 のパターンを図 10 に示す第 2 の配線導体層 5' に示すように変形することができる。即ち、第 2 の配線導体層 5' を縦方向（Y 軸方向）に直線的に延びる主部分 5 1 とこの主部分 5 1 から分岐して枝状に延びる複数の副部分 5 2 とで形成することができる。勿論、別の第 2 の配線導体層 6、7 も図 11 と同様に変形できる。第 1 の配線導体層 2、3 も図 10 の第 2 の配線導体層 5' と同様な分岐パターンに変形することができる。

(2) 複数の発光半導体領域（発光素子又はドット）をグループ化し、同じグループに属する複数の発光半導体領域を同時に駆動することができる。

(3) カラー表示のために赤色 LED と緑色 LED と青色 LED とが得られるように発光半導体領域 4 a ~ 4 f を形成することができる。

(4) 図 6 及び図 7 に示す実施例 2 及び 3 における第 1 の配線導体層 2、2 a、3 a を図 8 ~ 図 9 の実施例 4 の第 1 の配線導体層 2 b、3 b と同様に形成することができる。

(5) 半導体基板 1 及び第 1 の配線導体層 2、3 及び半導体層 3 5、3 6 をシリコン以外の半導体、例えば化合物半導体で形成することができる。

(6) 発光半導体領域 4 a ~ 4 f の全部又は 1 部を窒化物半導体以外の半導体、例えば GaAs、AlGaAs 等のガリウム系化合物半導体で形成することができる。

10

20

30

40

50

(7) 低抵抗化導電層 21 をバッファ層 15 の延在部分のみで形成する代わりに、バッファ層 15 と n 型半導体層 16 との両方の延在部分で形成することができる。また、発光半導体領域 4a ~ 4f にバッファ層 15 を設けない構成の場合には、n 型半導体層 16 の延在部分で低抵抗化導電層 21 を形成することができる。

(8) 第 2 の端子 10、11、12 を半導体基板 1 の上に直接に配置することができる。

(9) 発光半導体領域 4a ~ 4f が窒化物半導体で形成されている場合、発光半導体領域 4a ~ 4f の側面は発光半導体領域 4a ~ 4f の他方の主面 20 の垂線に対して 75 度以上 90 度未満の傾きを有していることが望ましい。側方から出た光を良好に半導体基板 1 で吸収するためである。

【図面の簡単な説明】

【0040】

【図 1】本発明の実施例 1 の半導体発光装置の一部を、絶縁膜を省いて示す平面図である。

【図 2】図 1 の半導体発光装置の A - A 線に相当する部分の一部を示す断面図である。

【図 3】図 1 の半導体発光装置の B - B 線に相当する部分の一部を示す断面図である。

【図 4】図 1 の第 1 の配線導体層を伴った半導体基板を示す平面図である。

【図 5】図 1 の半導体発光装置の等価回路図である。

【図 6】実施例 2 の半導体発光装置の一部を図 1 と同様に示す平面図である。

【図 7】実施例 3 の半導体発光装置の一部を図 1 と同様に示す平面図である。

【図 8】実施例 4 の半導体発光装置の一部を、図 2 と同様に示す断面図である。

【図 9】実施例 4 の半導体発光装置の一部を、図 3 と同様に示す断面図である。

【図 10】第 2 の配線導体層の変形されたパターンを示す平面図である。

【符号の説明】

【0041】

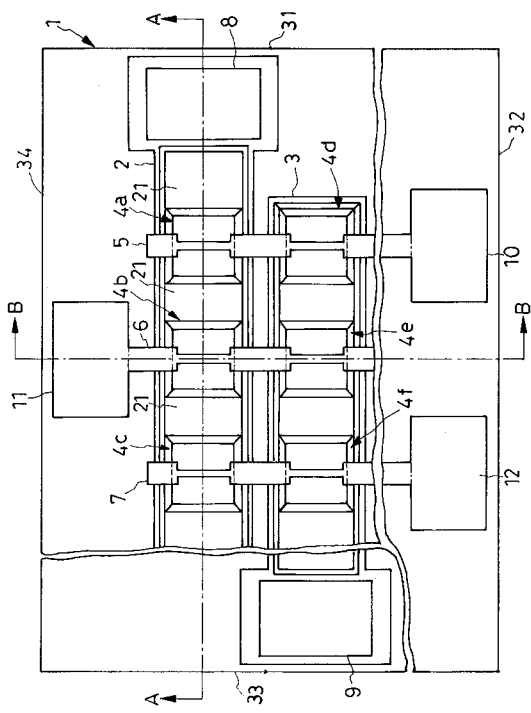
1	半導体基板
2, 3	第 1 の配線導体層
4a ~ 4f	発光半導体領域
5, 6, 7	第 2 の配線導体層
8, 9	第 1 の端子
10, 11, 12	第 2 の端子

10

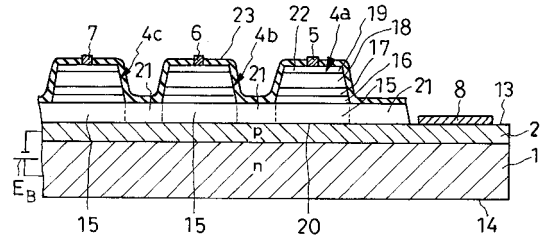
20

30

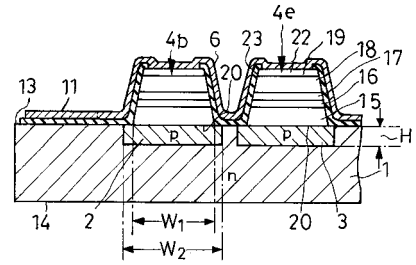
【 図 1 】



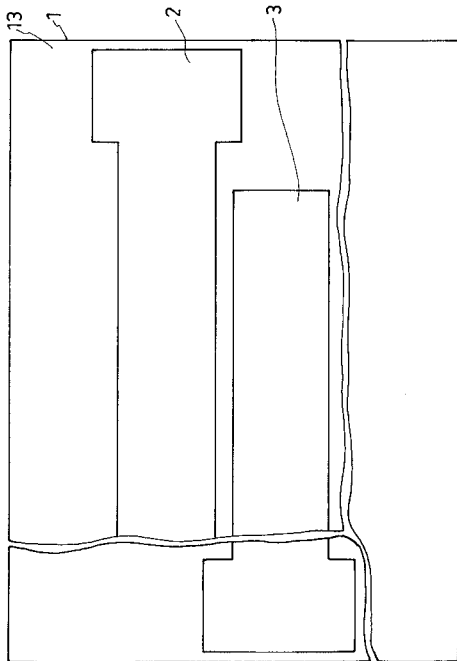
【 図 2 】



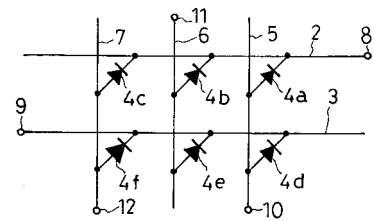
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 5 】



【 図 6 】

