

(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2004-63762

(P2004-63762A)

(43) 公開日 平成16年2月26日(2004.2.26)

(51) Int. Cl. ⁷	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 33/00	HO 1 L 33/00 C	4 G O 7 7
C 2 3 C 16/18	C 2 3 C 16/18	4 K O 3 0
C 3 0 B 29/38	C 3 0 B 29/38 D	5 F O 4 1
HO 1 L 21/205	HO 1 L 21/205	5 F O 4 5
HO 1 S 5/323	HO 1 S 5/323 6 1 0	5 F O 7 3
審査請求 未請求 請求項の数 2 O L (全 10 頁)		

(21) 出願番号 特願2002-219871 (P2002-219871)
 (22) 出願日 平成14年7月29日 (2002.7.29)

(71) 出願人 501427825
 津山工業高等専門学校長
 岡山県津山市沼624-1
 (74) 代理人 100058479
 弁理士 鈴江 武彦
 (74) 代理人 100084618
 弁理士 村松 貞男
 (74) 代理人 100068814
 弁理士 坪井 淳
 (74) 代理人 100092196
 弁理士 橋本 良郎
 (74) 代理人 100091351
 弁理士 河野 哲
 (74) 代理人 100088683
 弁理士 中村 誠

最終頁に続く

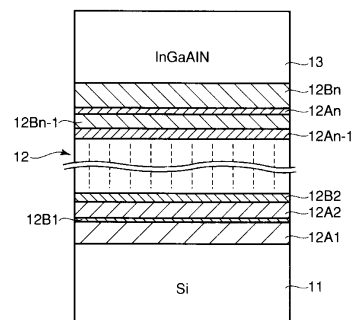
(54) 【発明の名称】 シリコン基板上に結晶性の優れた窒化物半導体層を形成する方法および窒化物半導体発光素子

(57) 【要約】

【課題】シリコン基板上に結晶性に優れた窒化物半導体を形成する方法を提供する。

【解決手段】それぞれシリコンとバッファ層上に形成しようとするIII族窒化物半導体との中間の格子定数を有するII-III-V族化合物半導体、I-III-V族化合物半導体およびII-IV-V族化合物半導体、並びに窒化ガリウム系窒化物半導体の中から選ばれる少なくとも2種の化合物半導体を超格子構造を構成するように積層してバッファ層を形成する。その際シリコン基板上に最も近い化合物半導体層は、シリコンに最も近い格子定数を有する化合物半導体で形成し、バッファ層の内最上層の化合物半導体層は、前記III族窒化物半導体に最も近い格子定数を有する化合物半導体で形成する。ついで、前記バッファ層上に前記III族窒化物半導体層を形成する。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

それぞれシリコンとバッファ層上に形成しようとする III 族窒化物半導体との中間の格子定数を有する III - III - V 族化合物半導体、I - III - V 族化合物半導体および II - IV - V 族化合物半導体、並びに窒化ガリウム系窒化物半導体からなる群の中から選ばれる少なくとも 2 種の化合物半導体を超格子構造を構成するように積層してバッファ層を形成する工程であって、シリコン基板に最も近い化合物半導体層は、シリコンに最も近い格子定数を有する化合物半導体で形成し、バッファ層の内最上層の化合物半導体層は、前記 III 族窒化物半導体に最も近い格子定数を有する化合物半導体で形成するところの工程、および前記バッファ層上に前記 III 族窒化物半導体層を形成する工程を包含する III 族窒化物半導体の形成方法。

10

【請求項 2】

シリコン基板と、該シリコン基板上に設けられたバッファ層と、該バッファ層上に形成された III 族窒化物半導体層と、該 III 族窒化物半導体層上に設けられた窒化物半導体発光構造を備え、該バッファ層は、それぞれシリコンと該 III 族窒化物半導体との中間の格子定数を有する III - III - V 族化合物半導体、I - III - V 族化合物半導体および II - IV - V 族化合物半導体、並びに窒化ガリウム系窒化物半導体からなる群の中から選ばれる少なくとも 2 種の化合物半導体が超格子構造を構成するように積層されており、該バッファ層のうち、該シリコン基板に最も近い化合物半導体層は、シリコンに最も近い格子定数を有する化合物半導体で形成され、該バッファ層の内最上層の化合物半導体層は、該 III 族窒化物半導体に最も近い格子定数を有する化合物半導体で形成されていることを特徴とする窒化物半導体発光素子。

20

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、シリコン基板上に結晶性の優れた窒化物半導体層を形成する方法および窒化物半導体発光素子に関する。

【0002】

【従来の技術】

窒化物半導体は、特に青色発光素子（発光ダイオードやレーザダイオード）の材料として近時多くの注目を集めている。かかる窒化物半導体発光素子は、適当な基板上に窒化物半導体からなる発光素子構造を成長させて製造されている。

30

【0003】

窒化物半導体は、これと格子整合し、しかも結晶性に優れた窒化物半導体を成長させるための基板となる材料がほとんどなく、現状では、主にサファイアを基板として用い、その上に窒化物半導体素子構造を成長させている。

【0004】

しかしながら、サファイアは高価であり、シリコンのように安価な材料を基板として用いて結晶性の優れた半導体窒化物が得られれば、その上に、結晶欠陥の少ない窒化物半導体発光構造をさらに成長させることができるので、得られる窒化物半導体発光素子の性能が一層向上することが期待される。

40

【0005】

ところで、シリコンの格子定数は、 5.43 であり、窒化物半導体、例えば $InGaN$ の格子定数は 3.3 であり、両者の格子定数は大きく異なるため、シリコン基板上に結晶性の優れた窒化物半導体を直接成長させることは困難である。

【0006】

そこで、従来、シリコン基板上にバッファ層を形成してから、その上に所望の窒化物半導体を成長させることが行われている。例えば、特開平 9 - 134878 号公報には、シリコン基板上に、まず GaN 薄膜を形成し、この GaN 薄膜上に直接または窒化層を介して GaN 等の窒化ガリウム系化合物半導体を成長させる方法が開示されている。また、特開平 1

50

1 - 1 4 5 5 1 4 号公報には、シリコン基板等の上にインジウムを含む窒化ガリウム系半導体からなるバッファ層を形成した後、窒化ガリウム系半導体層を成長させる方法が開示されている。さらに、特開 2 0 0 0 - 2 9 8 1 6 9 号公報には、シリコン基板上に A l G a N からなるバッファ層を形成した後、A l G a N と I n G a N との交互積層構造の多層膜反射層を設ける方法が開示されている。

【 0 0 0 7 】

【 発明が解決しようとする課題 】

しかしながら、従来のバッファ層は、その上に結晶性の優れた窒化物半導体を形成するためにはなお満足できるものではなかった。

【 0 0 0 8 】

従って、本発明の目的は、シリコン基板上に結晶性に優れた窒化物半導体を形成する新規な方法を提供することにある。また、本発明の他の目的は、そのように形成された窒化物半導体上に窒化物半導体発光構造を有する窒化物半導体発光素子を提供することにある。

【 0 0 0 9 】

【 課題を解決するための手段 】

本発明者らは、上記目的を達成すべく、シリコン基板上に形成するバッファ層について鋭意研究した。その結果、I I - I I I - V I 族化合物半導体、I - I I I - V I 族化合物半導体および I I - I V - V 族化合物半導体には、格子定数がシリコンと I I I 族窒化物半導体との中間の格子定数を有するものがあるが、かかる化合物半導体をシリコン基板上に直接十分な厚さで良好な結晶性をもって成長させることが極めて困難であることがわかった。本発明者らはかかる化合物半導体のバッファ層としての適用性についてさらに検討した結果、これら I I - I I I - V I 族化合物半導体、I - I I I - V I 族化合物半導体および I I - I V - V 族化合物半導体並びに窒化ガリウム系半導体からなる群の中から選ばれる少なくとも 2 種の化合物半導体を超格子構造として積層することにより上記困難性を解消し得ることを見いだした。本発明は、かかる知見に基づく。

【 0 0 1 0 】

すなわち、本発明によれば、それぞれシリコンとバッファ層上に形成しようとする I I I 族窒化物半導体との中間の格子定数を有する I I - I I I - V I 族化合物半導体、I - I I I - V I 族化合物半導体および I I - I V - V 族化合物半導体、並びに窒化ガリウム (G a N) 系窒化物半導体からなる群の中から選ばれる少なくとも 2 種の化合物半導体を超格子構造を構成するように積層してバッファ層を形成する工程であって、シリコン基板に最も近い化合物半導体層は、シリコンに最も近い格子定数を有する化合物半導体で形成し、バッファ層の内最上層の化合物半導体層は、前記 I I I 族窒化物半導体に最も近い格子定数を有する化合物半導体で形成するところの工程、および前記バッファ層上に前記 I I I 族窒化物半導体層を形成する工程を包含する I I I 族窒化物半導体の形成方法を提供する。

【 0 0 1 1 】

本発明において、バッファ層が G a N 系窒化物半導体の層を含まない場合には、異なる格子定数を有する少なくとも 2 種の化合物半導体を交互に積層することによりバッファ層を形成することができる。また、バッファ層が G a N 系窒化物半導体の層とそれ以外の化合物半導体層をそれぞれ複数層含む場合には、シリコン基板に最も近い層を構成する化合物半導体からなる層の厚さを最上部に向かって減少させ、G a N 系窒化物半導体からなる層の厚さをバッファ層の最上部に向かって増加させることによってバッファ層を形成することが好ましい。

【 0 0 1 2 】

また、本発明によれば、このように形成された I I I 族窒化物半導体層上に窒化物半導体発光構造を有する窒化物半導体発光素子が提供される。すなわち、本発明によれば、シリコン基板と、該シリコン基板上に設けられたバッファ層と、該バッファ層上に形成された I I I 族窒化物半導体層と、該 I I I 族窒化物半導体層上に設けられた窒化物半導体発光構造を備え、該バッファ層は、それぞれシリコンと該 I I I 族窒化物半導体との中間の格

10

20

30

40

50

子定数を有する I I - I I I - V I 族化合物半導体、I - I I I - V I 族化合物半導体および I I - I V - V 族化合物半導体、並びに窒化ガリウム (G a N) 系窒化物半導体からなる群の中から選ばれる少なくとも 2 種の化合物半導体が超格子構造を構成するように積層されてなり、該バッファ層のうち、該シリコン基板に最も近い化合物半導体層は、シリコンに最も近い格子定数を有する化合物半導体で形成され、該バッファ層の内最上層の化合物半導体層は、該 I I I 族窒化物半導体に最も近い格子定数を有する化合物半導体で形成されていることを特徴とする窒化物半導体発光素子が提供される。

【 0 0 1 3 】

【 発明の実施の形態 】

以下、本発明をより詳しく説明する。

10

【 0 0 1 4 】

本発明において、シリコン基板上に I I I 族窒化物半導体を形成するに当り、まず、I I - I I I - V I 族化合物半導体、I - I I I - V I 族化合物半導体、I I - I V - V 族化合物半導体、および窒化ガリウム (G a N) 系窒化物半導体から選ばれる少なくとも 2 種の化合物半導体を超格子構造を提供するように積層してバッファ層を形成する。

【 0 0 1 5 】

本発明で使用する I I - I I I - V I 族化合物半導体、I - I I I - V I 族化合物半導体、I I - I V - V 族化合物半導体は、シリコンとバッファ層上に形成しようとする I I I 族窒化物半導体との中間の格子定数を有するものであり、通常、窒素を含有しないものである。そのような化合物半導体には、I I - I I I - V I 族化合物半導体として、 $Z n I n _ 2 S _ 4$ 、 $C d I n _ 2 S _ 2 S e _ 2$ 、 $Z n I n _ 2 S e _ 4$ 、 $C d I n G a S _ 4$ 等が含まれ、I - I I I - V I 族化合物半導体として、 $C u G a S _ 2$ 、 $C u A l S _ 2$ 、 $C u G a A l S _ 2$ 等が含まれ、I I - I V - V 族化合物半導体として、 $Z n S i P _ 2$ 、 $Z n G e P _ 2$ 等が含まれる。以下、これらを総称して、非窒化物化合物半導体ということがある。

20

【 0 0 1 6 】

また、本発明において、G a N 系窒化物半導体とは、ガリウムと窒素を含有する窒化物半導体を意味し、G a N、I n G a A l N、I n G a N が含まれる。

【 0 0 1 7 】

これら化合物半導体の薄層は、各化合物半導体を構成する元素を用いた分子線エピタキシャル (M B E) 成長法、または各化合物半導体を構成する元素の有機金属化合物を材料として用いる有機金属気相成長 (M O C V D) 法により形成することができる。これらの成長方法は、それ自体周知の方法であり、M B E 法による場合には、約 5 0 0 の成長温度で、M O C V D 法による場合には、約 7 5 0 の成長温度で、各化合物半導体層を形成することが好ましい。各化合物半導体層は、超格子構造を構成するために、それぞれ、2 0 n m 以下の厚さに形成することが好ましい。

30

【 0 0 1 8 】

バッファ層を形成する際に、シリコン基板に最も近い化合物半導体層は、シリコンに最も近い格子定数を有する化合物半導体で形成し、バッファ層のうち最上層の化合物半導体層は、バッファ層上に形成しようとする I I I 族窒化物半導体に最も近い格子定数を有する化合物半導体で形成する。

40

【 0 0 1 9 】

本発明において、バッファ層は、異なる格子定数を有する少なくとも 2 種の非窒化物化合物半導体を交互に積層することにより形成することができる。その場合、各非窒化物化合物半導体層の厚さは、実質的に等しいものとすることができる。

【 0 0 2 0 】

また、本発明において、バッファ層が G a N 系窒化物半導体の層とそれ以外の化合物半導体層をそれぞれ複数層含む場合には、シリコン基板に最も近い層を構成する化合物半導体からなる層の厚さを最上部に向かって漸減させ、G a N 系窒化物半導体からなる層の厚さをバッファ層の最上部に向かって漸増させることによってバッファ層を形成することが好ましい。例えば、バッファ層を非窒化物化合物半導体と G a N 系窒化物半導体の 2 種類で形成

50

する場合、両半導体を交互に積層し、その際シリコン基板に最も近い層を非窒化物化合物半導体で形成し、バッファ層の最上層をGaN系窒化物半導体で形成するのであるが、非窒化物半導体で構成される半導体層をシリコン基板から最上層に向かって厚さを漸減させ、反対に、GaN系窒化物半導体で形成される半導体層をシリコン基板から最上層に向かって厚さを漸増させるように形成することが好ましい。

【0021】

また、バッファ層をそれぞれ格子定数の異なる第1～第3の非窒化物化合物半導体とGaN系窒化物半導体の4種類で形成する場合、格子定数の大きさを $S_i > \text{第1の非窒化物化合物半導体 (Aとする)} > \text{第2の非窒化物化合物半導体 (Bとする)} > \text{第3の非窒化物化合物半導体 (Cとする)} > \text{III族窒化物半導体 (D)}$ とすると、例えば、シリコン基板の上にA B C Dの順に積層し、その積層構造を順次A B C D、A B C D... A B C Dのように形成するのであるが、Aで構成される半導体層をシリコン基板から最上層に向かって厚さを漸減させ、反対に、Dで構成される半導体層をシリコン基板から最上層に向かって厚さを漸増させるように形成することが好ましい。その場合、Bで構成される半導体層はシリコン基板から最上層に向かって厚さを漸減させるように形成することができ、Cで構成される半導体層はシリコン基板から最上層に向かって厚さを漸増させるように形成することができる。

10

【0022】

本発明により形成されるバッファ層は、1～3 μm の厚さを有することができる。

【0023】

このようにして、超格子構造のバッファ層を形成した後、InGaNやInGaAlNのようなIII族窒化物半導体層を形成する。III族窒化物半導体は、それ自体周知のMOVPE法により、例えば50～100 μm の厚さに成長させることができる。本発明によりシリコン基板上に形成されたバッファ層上には、結晶性の優れたIII族窒化物半導体、より具体的には転位密度が $10^5 / \text{cm}^2$ 以下であるという結晶性の優れたIII族窒化物半導体を成長させることができる。

20

【0024】

このように本発明により形成されたIII族窒化物半導体層は、結晶性に優れているので、その上に結晶欠陥の少ない窒化物半導体発光構造を形成させることができる。すなわち、このIII族窒化物半導体層は、窒化物半導体発光構造を成長させるためのいわば基板として作用し得る。このIII族窒化物半導体はn型とすることが好ましい。このIII族窒化物半導体層上に形成する窒化物半導体発光素子構造は、それ自体周知のInGaNを発光層(活性層)とするダブルヘテロ構造の発光素子(発光ダイオード、レーザダイオード)構造を含む。

30

【0025】

次に、図面を参照して本発明をさらに説明する。全図にわたり、同様の要素には同様の符号が付されている。

【0026】

図1は、本発明の一態様に従ってシリコン基板上に形成されたバッファ層とIII族窒化物半導体層を示す概略断面図である。

40

【0027】

図1に示すように、シリコン基板11上に本発明によるバッファ層12が形成され、バッファ層12上にIII族窒化物半導体層13が形成される。バッファ層12は、I-III-V族非窒化物化合物半導体例えばCuGaS₂とGaN系窒化物半導体例えばInGaAlNとの2種の化合物半導体の交互積層構造を含む。図1において、CuGaS₂からなる半導体層を12A_n(nは、シリコン基板11に近いものから数えてn番目の層を示す)で表し、InGaAlNからなる半導体層を12B_n(nは、シリコン基板11に近いものから数えてn番目の層を示す)で表すと、シリコン基板11上に直接形成される半導体層は、層12A₁により構成され、バッファ層12の最上層を構成する半導体層は、層12B_nにより構成される。そして、層12A₁～12A_nは、シリコン基板11

50

に最も近い層 1 2 A 1 から最上層に向って厚さが単純に減少している。すなわち、層 1 2 A 1 が最も厚く、層 1 2 A n が最も薄く形成されている。これとは逆に、層 1 2 B 1 ~ 1 2 B n は、シリコン基板 1 1 に最も近い層 1 2 B 1 から最上層に向って厚さが単純に増加している。すなわち、層 1 2 B 1 が最も薄く、層 1 2 B n が最も厚く形成されている。このバッファ層 1 2 は、約 1 μ m の厚さを有し得る。

【0028】

バッファ層 1 2 の上に、所望の III 族窒化物半導体例えば InGaAlN 層 1 3 が形成される。

【0029】

図 1 の構造において、I - III - VI 族非窒化物化合物半導体の代わりに、II - III - VI 族非窒化物化合物半導体または II - IV - V 族非窒化物化合物半導体を用いることができる。

【0030】

図 2 は、本発明の他の態様に従ってシリコン基板上に形成されたバッファ層と III 族窒化物半導体層を示す概略断面図である。

【0031】

図 2 に示すように、シリコン基板 1 1 上に本発明によるバッファ層 2 2 が形成され、バッファ層 2 2 上に III 族窒化物半導体層 1 3 が形成される。バッファ層 2 2 は、I - III - VI 族非窒化物化合物半導体例えば CuGaS₂ (格子定数: 5.4) と II - III - VI 族非窒化物化合物半導体例えば ZnIn₂S₄ (格子定数: 3.85) との 2 種の化合物半導体の交互積層構造を含む。図 2 において、CuGaS₂ からなる半導体層を 2 2 A n (n は、シリコン基板 1 1 に近いものから数えて n 番目の層を示す) で表し、ZnIn₂S₄ 半導体層を 2 2 B n (n は、シリコン基板 1 1 に近いものから数えて n 番目の層を示す) で表すと、シリコン基板 2 1 上に直接形成される半導体層は、層 2 2 A 1 により構成され、バッファ層 2 2 の最上層を構成する半導体層は、層 2 2 B n により構成される。この場合、バッファ層 2 2 を構成するすべての半導体層は、実質的に同じ厚さを有し得る。また、バッファ層 2 2 は、約 1 μ m の厚さを有し得る。

【0032】

バッファ層 2 2 の上に、図 1 に関して説明したような所望の III 族窒化物半導体例えば InGaAlN 層 1 3 が形成される。

【0033】

図 2 の構造において、I - III - VI 族非窒化物化合物半導体の代わりに、II - IV - V 族非窒化物化合物半導体を用いることができる。

【0034】

図 3 は、本発明のさらに他の態様に従ってシリコン基板上に形成されたバッファ層と III 族窒化物半導体層を示す概略断面図である。

【0035】

図 3 に示すように、シリコン基板 1 1 上に本発明によるバッファ層 3 2 が形成され、バッファ層 3 2 上に III 族窒化物半導体層 1 3 が形成される。バッファ層 3 2 は、I - III - VI 族非窒化物化合物半導体例えば CuGaS₂ (格子定数: 5.4) と II - III - VI 族非窒化物化合物半導体例えば CdIn₂S₂Se₂ (格子定数: 4.03) および ZnIn₂S₄ (格子定数: 3.85) と GaN 系窒化物半導体例えば InGaN との 4 種の化合物半導体の積層構造を含む。図 3 において、CuGaS₂ からなる半導体層を 3 2 A n (n は、シリコン基板 1 1 に近いものから数えて n 番目の層を示す) で表し、CdIn₂S₂Se₂ からなる半導体層を 3 2 B n (n は、シリコン基板 1 1 に近いものから数えて n 番目の層を示す) で表し、ZnIn₂S₄ からなる半導体層を 3 2 C n (n は、シリコン基板 3 1 に近いものから数えて n 番目の層を示す) で表し、InGaN からなる半導体層を 3 2 D n (n は、シリコン基板 1 1 に近いものから数えて n 番目の層を示す) で表すと、バッファ層 3 2 は、シリコン基板 1 1 上に直接形成された層 3 2 A 1、その上に形成された層 3 2 B 1、その上に形成された層 3 2 C 1 およびその上に形成さ

れた層 3 2 D 1 からなる第 1 の積層構造およびこの第 1 の積層構造の上に順次形成された同様の積層構造を含み、最終的に層 3 2 A n、その上に形成された層 3 2 B n、その上に形成された層 3 2 C n およびその上に形成された層 3 2 D n からなる積層構造を含む。シリコン基板 1 1 上に直接形成される半導体層は、層 3 2 A 1 により構成され、バッファ層 3 2 の最上層を構成する半導体層は、層 3 2 D n により構成される。そして、層 3 2 A 1 ~ 3 2 A n は、シリコン基板 1 1 に最も近い層 3 2 A 1 から最上層に向かって厚さが単純に減少している。すなわち、層 3 2 A 1 が最も厚く、層 3 2 A n が最も薄く形成されている。これとは逆に、層 3 2 D 1 ~ 3 2 D n は、シリコン基板 1 1 に最も近い層 3 2 D 1 から最上層に向かって厚さが単純に増加している。すなわち、層 3 2 D 1 が最も薄く、層 3 2 D n が最も厚く形成されている。また、層 3 2 B 1 ~ 3 2 B n は、シリコン基板 1 1 に最も近い層 3 2 A 1 から最上層に向かって厚さを単純に減少させることができる。さらに、層 3 2 C 1 ~ 3 2 C n は、シリコン基板 3 1 に最も近い層 3 2 C 1 から最上層に向かって厚さを単純に増加させることができる。このバッファ層 3 2 は、約 3 μm の厚さを有し得る。

10

【0036】

バッファ層 3 2 の上に、図 1 に関して説明したような所望の III 族窒化物半導体例えば InGaAlN 層 1 3 が形成される。

【0037】

図 4 は、本発明により形成された III 族窒化物半導体層上に設けられた窒化物半導体発光構造を備える窒化物半導体レーザダイオード (LD) の基本構造を示す概略断面図である。

20

【0038】

図 4 に示す LD 素子は、シリコン基板 1 1 上に本発明により形成されたバッファ層 4 2 を介して形成された n 型 III 族窒化物半導体層 1 3 を備える。バッファ層は、上記バッファ層 1 2、2 2 または 3 2 であり得る。

【0039】

III 族窒化物半導体層 1 3 上には、窒化物半導体レーザダイオード構造が設けられている。窒化物半導体レーザダイオード構造は、基本的に、III 族窒化物半導体層 1 3 上に形成された n 型窒化物半導体からなる n 型クラッド層 4 4、InGaN を含む活性層 4 5、および p 型窒化物半導体からなる p 型クラッド層 4 6 を含む。

【0040】

30

【実施例】

以下本発明を実施例により説明するが、本発明はそれらに限定されるものではない。

【0041】

実施例 1

CuGaS₂ と InGaAlN との 2 種の化合物半導体を通常の MOCVD 法により交互に積層して図 1 に示す構造のバッファ層 1 2 を形成した。そのとき、CuGaS₂ 層の厚さは、シリコン基板に最も近いもので 12 nm、最も上のもので、1 nm となるように、シリコン基板から離れるにつれ漸減させた。他方、InGaAlN 層の厚さは、シリコン基板に最も近いもので 1 nm、最上層で 12 nm となるようにシリコン基板から離れるにつれ漸増させた。得られたバッファ層の厚さは、約 1 μm であった。このバッファ層の上に通常の MOCVD 法により InGaAlN 層を 50 μm の厚さに成長させた。得られた InGaAlN 層の転位密度を TEM 観察により測定したところ、10⁵ / cm² 以下であることが確認された。

40

【0042】

実施例 2

CuGaS₂ と ZnIn₂S₄ との 2 種の化合物半導体を通常の MOCVD により、それぞれ厚さを 5 nm とし交互に積層して図 2 に示す構造のバッファ層 2 2 を形成した。得られたバッファ層の厚さは 1 μm であった。このバッファ層の上に通常の MOCVD 法により InGaAlN 層を 50 μm の厚さに成長させた。得られた InGaAlN 層の転位密度を TEM 観察により測定したところ、10⁵ / cm² 以下であることが確認された。

50

【0043】

実施例3

CuGaS₂とCdIn₂S₂Se₂とZnIn₂S₄とInGa_{0.5}Nとの4種の化合物半導体を通常のMOCVDにより積層させて図3に示す構造のバッファ層32を形成した。それぞれ第1層目のCuGaS₂層、CdIn₂S₂Se₂層、ZnIn₂S₄層およびInGa_{0.5}N層の厚さをそれぞれ20nm、10nm、5nmおよび2nmとし、最終層のCuGaS₂層、CdIn₂S₂Se₂層、ZnIn₂S₄層およびInGa_{0.5}N層の厚さをそれぞれ2nm、5nm、10nmおよび20nmとなるように、それぞれの厚さを漸減、漸増させた。得られたバッファ層の厚さは3μmであった。このバッファ層の上に通常のMOCVD法によりInGaAlN層を50μmの厚さに成長させた。得られたInGaAlN層の転位密度をTEM観察により測定したところ、10⁵/cm²以下であることが確認された。

10

【0044】

【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、シリコン基板上に結晶性の優れたIII族窒化物半導体を形成することができ、その上に良好な品質の窒化物半導体発光構造を設けることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の一態様に従ってシリコン基板上に形成されたバッファ層とIII族窒化物半導体層を示す概略断面図。

20

【図2】本発明の他の態様に従ってシリコン基板上に形成されたバッファ層とIII族窒化物半導体層を示す概略断面図。

【図3】本発明のさらに他の態様に従ってシリコン基板上に形成されたバッファ層とIII族窒化物半導体層を示す概略断面図。

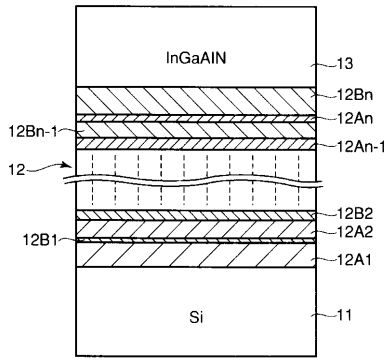
【図4】本発明に係る窒化物半導体発光素子の基本構造の一例を示す概略断面図。

【符号の説明】

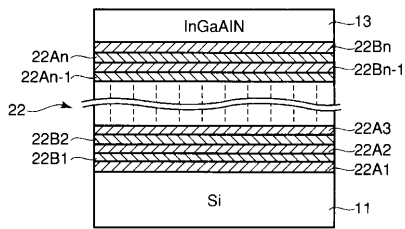
- 11 ... シリコン基板
- 12, 22, 32, 42 ... バッファ層
- 13 ... III族窒化物半導体層
- 44 ... n型クラッド層
- 45 ... 活性層
- 46 ... p型クラッド層

30

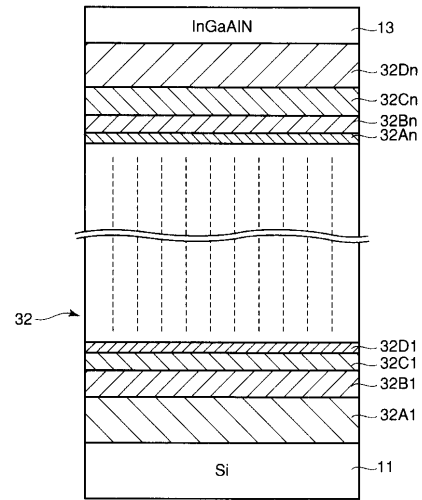
【 図 1 】



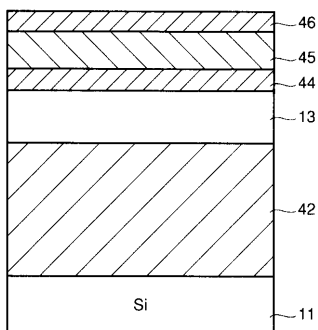
【 図 2 】



【 図 3 】



【 図 4 】



フロントページの続き

(72)発明者 伊藤 國雄

岡山県津山市弥生町64-1 A101号

(72)発明者 中村 重之

岡山県津山市弥生町64-1 B101号

Fターム(参考) 4G077 AA03 BE15 DB08 ED06 EF03 EF05 TB05 TC13 TK08
4K030 AA11 BA35 BA38 BA53 BA54 BA55 BA56 BA57 BB02 BB13
CA04 CA12 LA12
5F041 AA40 CA05 CA08 CA32 CA40 CA65 CA66
5F045 AA04 AA05 AB14 AB17 AB18 AF03 BB12 CA10 CA12 DA53
DA54
5F073 CA02 CB04 CB07 CB09 DA05 DA06 EA29