(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2004-200431
(P2004-200431A)
(43)公開日　平成16年7月15日(2004.7.15)

(51)Int.Cl.[7]	F I		テーマコード（参考）
H01L 33/00	H01L 33/00	C	4M104
H01L 21/205	H01L 21/205		5F004
H01L 21/28	H01L 21/28	301B	5F041
H01L 21/302	H01L 21/302	201A	5F045

審査請求 未請求　請求項の数 11　OL　（全 14 頁）

(21)出願番号　特願2002-367549(P2002-367549)
(22)出願日　平成14年12月19日(2002.12.19)

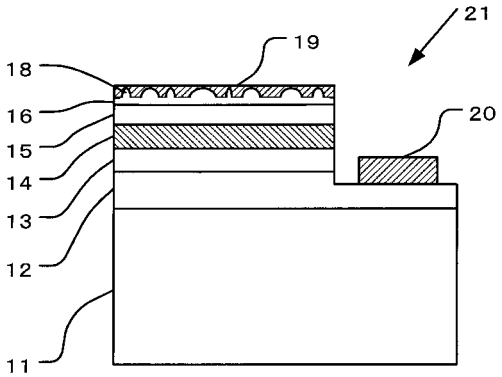
(71)出願人　000003078
株式会社東芝
東京都港区芝浦一丁目１番１号
(74)代理人　100083161
弁理士　外川　英明
(72)発明者　菅原　秀人
神奈川県川崎市幸区小向東芝町１番地　株式会社東芝マイクロエレクトロニクスセンター内

Fターム(参考)　4M104 AA04 AA07 BB05 BB14 CC01 DD24 FF13 GG04 HH15
5F004 BD04 DA24 DA25 DB19 EA03 EB02 EB08

最終頁に続く

(54)【発明の名称】窒化物系半導体発光素子およびその製造方法

(57)【要約】
【課題】十分な接触抵抗のｐ電極をもつ窒化物系半導体発光素子およびその製造方法を提供する。
【解決手段】ｐ型ＧａＮコンタクト層１６上にＡｌＧａＮ膜１７を島状に成長させる工程と、前記島状のＡｌＧａＮ膜１７をマクスとして前記ｐ型ＧａＮコンタクト層１６を選択的にエッチングして突形状ドット１８を形成する工程と、前記突形状ドット１８を形成した電極形成領域上にｐ型のオーミック電極１９を形成する工程を有する。
【選択図】　図７



【特許請求の範囲】
【請求項１】
半導体または絶縁体基板上に第１導電型の窒化物系半導体層、ｐｎ接合を有する窒化物系半導体層からなる発光層および第２導電型の窒化物系半導体層を順次形成する工程と、
次に、この第２導電型の窒化物系半導体層上にＡｌＧａＮ膜を島状に成長させる工程と、
この島状のＡｌＧａＮ膜をマクスとして、第２導電型の窒化物系半導体層の表面を選択的にエッチングし、表面に不均一な段差形状を形成する工程と、
しかる後、この不均一な段差形状を有する第２導電型の窒化物系半導体層表面にオーミック電極を形成する工程と、
を有することを特徴とする窒化物系半導体発光素子の製造方法。
【請求項２】
前記不均一な段差形状は、突形状ドットであることを特徴とする請求項１記載の窒化物系半導体発光素子の製造方法。
【請求項３】
前記突形状ドット表面に微細な窪みを有することを特徴とする請求項２記載の窒化物系半導体発光素子の製造方法。
【請求項４】
前記突形状ドット表面に化学量論的組成から外れる領域を有することを特徴とする請求項２記載の窒化物系半導体発光素子の製造方法。
【請求項５】
前記ＡｌＧａＮ膜を島状に成長させる工程は、キャリアガスに窒素または窒素と水素の混合ガスを用い、ＡｌＧａＮが２次元的に成長する温度を超えない温度領域でＭＯＣＶＤ法により成長させる工程を有し、
前記第２導電型の窒化物系半導体層を選択的にエッチングする工程は、水素もしくは水素と窒素の混合ガス雰囲気中で加熱する工程を有することを特徴とする請求項１乃至請求項４のいずれか１項に記載の窒化物系半導体発光素子の製造方法。
【請求項６】
前記ＡｌＧａＮ膜を島状に成長させる工程と前記第２導電型の窒化物系半導体層を選択的にエッチングする工程を、同一のＭＯＣＶＤ装置内で連続して１回または複数回数繰り返して行うことを特徴とする請求項１乃至請求項５のいずれか１項に記載の窒化物系半導体発光素子の製造方法。
【請求項７】
半導体または絶縁体基板と、
この基板上に形成された第１導電型の窒化物系半導体層と、
この第１導電型の窒化物系半導体層上に形成されたｐｎ接合を有する窒化物系半導体層からなる発光層と、
この発光層上に形成され、且つ表面に不均一な段差形状が形成された第２導電型の窒化物系半導体層と、
この不均一な段差形状を有する第２導電型の窒化物系半導体層表面に形成された第１のオーミック電極と、
前記第１導電型の電極形成領域上に形成された第２のオーミック電極と、
を有することを特徴とする窒化物系半導体発光素子。
【請求項８】
前記不均一な段差形状は、突形状ドットであることを特徴とする請求項７記載の窒化物系半導体発光素子。
【請求項９】
前記突形状ドット表面に微細な窪みを有することを特徴とする請求項８記載の窒化物系半導体発光素子。
【請求項１０】
前記突形状ドット表面に化学量論的組成から外れる領域を有することを特徴とする請求項

８記載の窒化物系半導体発光素子。
【請求項１１】
第２導電型の窒化物系半導体層が、ｐ型のＩｎＧａＡｌＮ系材料からなることを特徴とする請求項７乃至請求項１０のいずれか１項に記載の窒化物系半導体発光素子。
【発明の詳細な説明】
【０００１】
【発明の属する技術分野】
本発明は、III族元素の窒化物半導体、またはこれらの混晶からなる窒化物系半導体発光素子およびその製造方法に係わり、特に大電流（数百ミリアンペア）で動作させる高光束の発光素子に好適な構造を有する窒化物系半導体発光素子およびその製造方法に関する。
【０００２】
【従来の技術】
半導体発光素子、なかでも発光ダイオード（ＬＥＤ）は、フルカラーディスプレイ、交通信号機器、車載用途などに幅広く用いられている。
【０００３】
近年、照明用途に、蛍光体と組み合わせて白色が実現できる窒化ガリウム系半導体（ＩｎＧａＡｌＮ）によるＬＥＤが注目されており、数百ｍＡを超える大電流で駆動する高光束ＬＥＤの開発が盛んに行われている。
【０００４】
この種の従来の代表的なＬＥＤの製造方法について、図１１を用いて説明する。図１１に示すように、ＭＯＣＶＤ（Metal Organized Chemical Vapor Deposition）法によりサファイア基板１０１の（０００１）面上に、バッファ層１０２、ｎ型ＧａＮコンタクト層１０３、ｎ型ＡｌＧａＮクラッド層１０４、ＭＱＷ発光層１０５、ｐ型ＡｌＧａＮクラッド層１０６およびｐ型ＧａＮコンタクト層１０７をこの順序で積層する。
【０００５】
次に、ＲＩＥ（Reactive Ion Etching）法によりｐ型ＧａＮコンタクト層１０７からｎ型ＧａＮコンタクト層１０３までの一部の領域をエッチングにより除去し、ｎ型ＧａＮコンタクト層１０３のｎ電極形成領域を露出させる。
【０００６】
そして、表面が平坦なｐ型ＧａＮコンタクト層１０７の上にｐ電極１０８を形成し、表面が平坦な露出したｎ電極形成領域にｎ電極１０９を形成して、ＬＥＤが製造される。
【０００７】
一般に、ｐ型添加物としてはＭｇが用いられるが、ＭｇはＧａＮ結晶中のアクセプタ準位が比較的深いことや、原子状水素によるアクセプタの不活性化効果があることが知られている。このため、Ｍｇを添加したｐ型ＧａＮコンタクト層１０７では、十分な量のキャリア濃度を得ることは困難で、抵抗が大きくなる。
【０００８】
以上のように製造されたＬＥＤでは、ｐ型ＧａＮコンタクト層１０７とｐ電極１０８との接触抵抗が増大するのでｐ電極１０８と良好なオーミック接触を得ることが困難であり、動作電圧が高くなる。
【０００９】
これにより、ＬＥＤの発熱が増大し、ＬＥＤの性能および信頼性が低下する問題がある。
【００１０】
この問題を解決する窒化物系半導体素子およびその製造方法が知られている（例えば、特許文献１参照。）。
【００１１】
この特許文献１に開示された窒化物系半導体素子の製造方法について、図を用いて説明する。図１２は、その半導体素子（レーザ）を示す断面図である。図１２において、従来のＬＥＤと同一の構成部分には、同一符号を付して、その説明を省略する。
【００１２】

図において、このｐ型ＧａＮコンタクト層１０７には、ストライプ状の凹凸形状１１０（周期数～数十μｍ、凹部の深さ数十～数百ｎｍ）が形成され、その凹凸形状１１０の面に、ｐ電極１０８が形成されている。

【００１３】

この凹凸形状１１０は、ｐ型ＧａＮコンタクト層１０７の上面にＳｉＯ２等からなるマクスを形成し、レジストを塗布してフォトリソグラフィー技術によりストライプ状のパターンを形成したのち、ＲＩＥ法を用いてｐ型ＧａＮコンタクト層１０７の表面をエッチングすることにより形成されている。

【００１４】

さらに、凹凸形状としては、ストライプの断面が鋸歯状の凹凸形状や、断面が矩形状のストライプを直行させた格子状の凹凸形状も開示されている。

【００１５】

このように、凹凸形状１１０の面に電極を形成することにより、平坦な面に電極を形成した場合に比べて、ｐ電極１０８とｐ型ＧａＮコンタクト層１０７の接触面積が大きくなり、接触抵抗が低減する。

【００１６】

しかしながら、特許文献１に開示された窒化物系半導体素子およびその製造方法では、ストライプ状の凹凸形状を形成するためにフォトリソグラフィー工程やＲＩＥ工程を必要とするため、製造工程が複雑になり、製造に長い時間を要す。従って、製造コストの増大を招くなどの問題がある。

【００１７】

また、フォトリソグラフィー技術では、ストライプの周期が上記の範囲より小さい数μｍ以下の微細な凹凸形状を形成して接触面積を増やすことにより接触抵抗を低減させることは難しい。

【００１８】

そのため、さらに動作電圧を下げることが困難であり、数百ｍＡを超える大電流で駆動する高光束ＬＥＤに十分な動作電圧を確保できない問題がある。

【００１９】

また、ＳｉＯ２マスク材からのＳｉの汚染、ＲＩＥ工程での残留ダメージや、ストライプ状凹凸形状ではモールド樹脂からの応力が不均一になりやすいなど、信頼性に影響を及ぼす恐れがある。

【００２０】

【特許文献１】

特開２００２－１６３１２号公報（６頁、図３）

【００２１】

【発明が解決しようとする課題】

上述した、特許文献１に開示された窒化物系半導体素子の製造方法では、十分な接触抵抗のｐ電極を容易に得ることは困難であった。

【００２２】

本発明は、上記問題点を解決するためになされたもので、ｐ電極の十分な接触抵抗が確保され、かつ製造が容易な窒化物系半導体発光素子およびその製造方法を提供することを目的とする。

【００２３】

【課題を解決するための手段】

上記目的を達成するために、本発明の窒化物系半導体発光素子の製造方法では、半導体または絶縁体基板上に第１導電型の窒化物系半導体層、ｐｎ接合を有する窒化物系半導体層からなる発光層および、第２導電型の窒化物系半導体層を順次形成する工程と、次に、この第２導電型の窒化物系半導体層上にＡｌＧａＮ膜を島状に成長させる工程と、この島状のＡｌＧａＮ膜をマクスとして、第２導電型の窒化物系半導体層の表面を選択的にエッチングし、表面に不均一な段差形状を形成する工程と、しかる後、この不均一な段差形状を

有する第２導電型の窒化物系半導体層表面にオーミック電極を形成する工程とを有することを特徴とする。

【００２４】

本発明によれば、第２導電型の窒化物系半導体層上にＡｌＧａＮ膜を島状に成長させ、この島状のＡｌＧａＮ膜をマスクとして、第２導電型の窒化物系半導体層の表面を選択的にエッチングし、表面に不均一な段差形状を形成している。従って、簡単にして、且つ電極との接触面積が増大して十分な接触抵抗が得られる。

【００２５】

また、本発明の窒化物系半導体発光素子では、半導体または絶縁体基板と、この基板上に形成された第１導電型の窒化物系半導体層と、この第１導電型の窒化物系半導体層上に形成されたｐｎ接合を有する窒化物系半導体層からなる発光層と、この発光層上に形成され、且つ表面に不均一な段差形状が形成された第２導電型の窒化物系半導体層と、この不均一な段差形状を有する第２導電型の窒化物系半導体層表面に形成された第１のオーミック電極と、前記第１導電型の電極形成領域上に形成された第２のオーミック電極とを有することを特徴とする。

【００２６】

本発明によれば、第２導電型の窒化物系半導体層表面に不均一な段差形状を設けたので、電極との接触面積が増大して十分な接触抵抗が得られる。

【００２７】

【発明の実施の形態】

以下本発明の実施の形態について、図面を参照しながら説明する。

【００２８】

（第１の実施の形態）

図１乃至図７は、本発明の第１の実施の形態に係わる窒化物系半導体発光素子の製造方法を工程順に示す断面図である。

【００２９】

まず、図１に示すように、ＭＯＣＶＤ法により、サファイアよりなる基板１１の（０００１）Ｃ面上に窒化物系半導体層を成長させる。

【００３０】

ここでは、キャリアガスとして水素または水素と窒素の混合ガスを用い、III族の原料ガスとしてＡｌ、Ｇａ、Ｉｎの有機金属化合物であるトリメチルアルミニュウム（ＴＭＡ）、トリメチルガリウム（ＴＭＧ）、トリメチルインジウム（ＴＭＩ）およびＶ族の原料ガスとしてアンモニアガス（ＮＨ３）を用いる。そして、第１の導電型であるｎ型のドーパントとしてシランガス（ＳｉＨ４）を、第２の導電型であるｐ型のドーパントとしてＭｇの有機金属化合物であるシクロペンタンジエニルマグネシウム（Ｃｐ２Ｍｇ）をそれぞれ用いている。

【００３１】

始めに、サファイア基板１１をＭＯＣＶＤ装置の反応容器内にセットし、容器内を水素で十分置換した後、水素を流しながら基板の温度を１０５０℃まで昇温して、サファイア基板１１のサーマルクリーニングを行う。

【００３２】

次に、第１導電型の窒化物系半導体層としてＳｉをドープしたｎ型ＧａＮコンタクト層１２とｎ型ＡｌＧａＮクラッド層１３を順次、積層形成する。Ｓｉをドープしたｎ型ＧａＮコンタクト層１２は高いキャリア濃度が得られるので、ｎ電極と十分なオーミック接触が得られる。

【００３３】

続いて、ｐｎ接合を有する窒化物系半導体層からなる発光層として、ＩｎＧａＮ／ＧａＮの多層構造のＭＱＷ発光層１４を形成する。ＩｎＧａＮのＩｎ組成に応じて、青緑から紫外までの発光波長を適時選択することができる。

【００３４】

そして、第２導電型の窒化物系半導体層としてＭｇをドープしたｐ型ＡｌＧａＮクラッド層１５とｐ型ＧａＮコンタクト層１６を順次、積層形成する。

【００３５】

次に、図２に示すように、ｐ型ＧａＮコンタクト層１６上にｐ型ＡｌＧａＮ膜１７を成長させる。図２（ａ）は、ｐ型ＡｌＧａＮ膜を示す平面図、図２（ｂ）は、図２（ａ）のＡ－Ａ線に沿って切断し、矢印方向に眺めた断面図である。

【００３６】

一般に、ＡｌＧａＮが成長する温度範囲は８００℃から１２００℃であり、ＡｌＧａＮが２次元的に成長しやすい９００℃以上からＡｌＧａＮの熱分解が激しくなる１１５０℃以下の成長温度が好ましいとされている。

【００３７】

ここでは、ｐ型ＡｌＧａＮを成長させる温度は、ＡｌＧａＮが２次元的に成長する温度を超えないように、例えば９００℃に設定しておく。これによりＡｌＧａＮが３次元的に成長し、例えば、図２（ａ）に示すような略六角形状で大きさが数μｍから数十μｍの島状のＡｌＧａＮ膜１７が多数得られる。

【００３８】

この島の形状は、キャリアガスに窒素を用いることや、あるいは水素と窒素の混合ガスにしてその流量比や成長温度を変えることにより制御することができる。

【００３９】

続いて、島状ＡｌＧａＮ１７の膜厚が所定の厚さ、例えば、０．１μｍになったところで、ＴＭＡ、ＴＭＧの供給を停止し、島状ＡｌＧａＮ１７の成長を停止する。

【００４０】

次に、図３に示すように、水素または水素と窒素の混合ガス中に晒すことにより、島状ＡｌＧａＮ１７をマクスとしてｐ型ＧａＮコンタクト層１６の表面をエッチングする。この工程は、島状ＡｌＧａＮ１７の成長を停止した後にアンモニアガスの供給を停止することにより連続して行うことができる。

【００４１】

実験によれば、ｐ型ＧａＮコンタクト層１６のエッチング速度は雰囲気ガス種や温度により制御できるが、さらに島状ＡｌＧａＮ１７のＡｌの混晶比によっても制御できることが判明している。

【００４２】

例えば、雰囲気ガスが水素と窒素の混合ガスＨ２：Ｎ２＝１：９で温度が９００℃の時には０．００２μｍ／秒であり、雰囲気ガスが水素で温度が１０００℃の時には０．４μｍ／秒である。

【００４３】

図４は、雰囲気ガスが水素で温度が９００℃におけるＡｌＧａＮのＡｌの混晶比とＧａＮとの相対的なエッチング速度の関係を示したものである。図より、Ａｌ組成が０．０５のＡｌＧａＮではＧａＮの１／５のエッチング速度であり、Ａｌ組成が０．０７以上のＡｌＧａＮではほとんどエッチングされない。

【００４４】

このように、ｐ型ＡｌＧａＮ１７をマクスとしてｐ型ＧａＮコンタクト層１６を選択的にエッチングすることができる。

【００４５】

そして、図５（ａ）に示すよう、ここでは島状ＡｌＧａＮ１７の膜厚を０．１μｍ、Ａｌ組成を０．０５、雰囲気ガスを水素と窒素の混合ガスＨ２：Ｎ２＝１：１、温度を９００℃として島状ＡｌＧａＮ１７のマクスが消失するまでエッチングを行い、サイズが大小入り混じった多数の突形状ドット１８を形成した。

【００４６】

ここで、突形状ドット１８の電子顕微鏡観察から表面がざらざらな状態であり、表面に図５（ｂ）に模式的に示すような微細な窪み１８ｃを有することが認められた。この微細な

窪み１８ｃはエッチングに際し、ｐ型ＧａＮコンタクト層１６の表層が熱分解して必然的に形成されたものと推察される。

【００４７】

なお、エッチング後のｐ型ＧａＮコンタクト層１６の表面に金属Ｇａのドロップレットが残存することがあるが、エッチング工程が終了した後、反応容器から基板１１を取り出して、基板１１を塩酸系エッチャントにて処理することにより取り除くことが出来る。

【００４８】

次に、Ｍｇをドープしたｐ型ＧａＮコンタクト層１６に活性化処理を施して、比抵抗が１Ωｃｍ以下としている。

【００４９】

次に、図６に示すように、微細な窪み１８ｃを有する突形状ドット１８が形成されたｐ型ＧａＮコンタクト層１６にＮｉとＡｕを蒸着して熱処理を施すことにより、ｐ電極１９を形成した。

【００５０】

そして、ｐ電極１９面にＴＬＭ（Transmission Line Model）パターンをフォトリソグラフィー法により形成して接触抵抗を測定したところ、接触抵抗は$2\times10^{-4}\ \Omega cm^2$であり、従来の平面へ電極を形成した場合の$1\times10^{-3}\ \Omega cm^2$と比較して１／５に低減することが出来た。

【００５１】

この改善率は突形状ドット１８による表面積の増加分を上回るもので、その理由は今のところ明らかではないが、凹凸部での面方位の異なる側面において何らかの理由、例えば、突形状ドット１８が有する微細な窪み１８ｃへの電極材の滲入により接触面積が著しく増加して、コンタクト特性が改善しているものと推察される。

【００５２】

さらに、この突形状ドット１８の表層にはＶ族元素である窒素が抜けてIII-Vの結晶構造が崩れている領域、いわゆる「化学量論的組成から外れる領域」が存在しており、このことが関与している可能性が示唆される。

【００５３】

このように、ｐ型ＧａＮコンタクト層１６に突形状ドット１８を形成することにより接触抵抗が低減され、突形状ドット１８に微細な窪み１８ｃを有することによりさらに接触抵抗が低減できる。

【００５４】

次に、図７に示すように、ＲＩＥ法によりｐ型ＧａＮコンタクト層１６からｎ型ＧａＮコンタクト層１２までの一部の領域をエッチングにより除去して、ｎ型ＧａＮコンタクト層１２のｎ電極形成領域を露出させる。

【００５５】

そして、露出した表面が平坦なｎ電極形成領域にＴｉ／Ａｌを蒸着して熱処理を施すことによりｎ電極２０を形成し、ｐ電極１９を透明電極構造としたＬＥＤ２１を製造した。

【００５６】

このＬＥＤ２１を、リードフレーム（図示せず）に取り付けて通電したところ、動作電流２００ｍＡにおける動作電圧は３．２Ｖであり、ｐ型ＧａＮコンタクト層１６に突形状ドット１８を形成していない従来構造のＬＥＤの３．５Ｖと比較して動作電圧を低減することができた。

【００５７】

また、樹脂モールド（図示せず）して、光出力を測定したところ１０％程の向上が見られた。これは、大小多数の突形状ドット１８による光散乱効果により、ＬＥＤ２１からの光取り出し効率が向上したものと考えられる。さらに、モールド樹脂による信頼性についても遜色ないものであった。

【００５８】

以上説明したように、本発明の第１の実施の形態に係わる窒化物系半導体発光素子の製造

方法では、島状のＡｌＧａＮ１７をマクスとしてｐ型ＧａＮコンタクト層１６に突形状ドット１８をＭＯＣＶＤ装置の反応容器内で連続して形成する工程を有する。

【００５９】

従って、ｐ型ＧａＮコンタクト層１６とｐ電極１９の接触面積が増大して十分な接触抵抗が得られ、かつフォトリゾグラフィー工程やＲＩＥ工程を用いる必要がないので製造工程が簡単で容易である。

【００６０】

（第２の実施の形態）

図８（ａ）乃至図８（ｄ）は、本発明の第２の実施の形態に係わる窒化物系半導体発光素子の製造方法において、突形状ドット１８の形成方法を工程順に示す断面図である。本実施の形態において、上記第１の実施の形態と同一構成部分には同一符号を付して、その説明を省略する。

【００６１】

図に示すように、第２の実施の形態が第１の実施の形態と異なる点は、突形状ドット１８を形成する工程を２回繰り返し行うことにより、突形状を鋭くする工程を有することである。

【００６２】

即ち、図８（ａ）および図８（ｂ）に示すように、ｐ型ＧａＮコンタクト層１６上にｐ型ＡｌＧａＮ１７を島状に成長させた後、島状ＡｌＧａＮ１７をマクスとしてｐ型ＧａＮコンタクト層１６の表面をエッチングして突形状ドット１８を形成する。

【００６３】

次に、図８（ｃ）に示すように、突形状ドット１８が形成されたｐ型ＧａＮコンタクト層１６上に、１回目の島状ＡｌＧａＮ１７のサイズより小さい島状のＡｌＧａＮ１７ａを再度成長させる。

【００６４】

島のサイズを小さくするには、成長温度を低くすることが好ましく、サイズが数μｍ以下の島状ＡｌＧａＮ１７ａも形成することができる。

【００６５】

これにより、突形状ドット１８の頂部および突形状ドット１８間にも島状ＡｌＧａＮ１７ａを成長させることができる。また、突形状ドット１８の側面にもＡｌＧａＮ１７ａが被着することがあるが、次のエッチング工程で剥離され消失するので特に影響を及ぼさない。

【００６６】

次に、図８（ｄ）に示すように、島状ＡｌＧａＮ１７ａをマクスとしてｐ型ＧａＮコンタクト層１６を再度エッチングする。これにより、高く尖った突形状ドット１８ａと、新たな突形状ドット１８ｂが形成される。

【００６７】

これにより、大小多数の突形状ドット１８ａ、１８ｂが形成され、ｐ電極との接触面積がさらに大きくなるため接触抵抗がより低減できる。

【００６８】

以上説明したように、本発明の第２の実施の形態に係わる窒化物系半導体発光素子の製造方法では、島状のＡｌＧａＮ１７、１７ａをマクスとしてｐ型ＧａＮコンタクト層１６に突形状ドット１８ａ、１８ｂをＭＯＣＶＤ装置の反応容器内で連続して形成する工程を有する。

【００６９】

従って、ｐ型ＧａＮコンタクト層１６とｐ電極１９の接触面積がさらに増大して十分な接触抵抗が得られ、かつフォトリゾグラフィー工程やＲＩＥ工程を用いる必要がないので製造工程が簡単で容易である。

【００７０】

次に、本発明の窒化物系半導体発光素子の実施の形態について、図面を参照しながら説明

する。図９は、本発明による第１の実施の形態に係わる製造方法により作製した窒化物系半導体発光素子を示す断面図である。

【００７１】

図に示すように、本実施の形態のＬＥＤでは、ＭＯＣＶＤ法により、サファイアからなる基板１１の（０００１）Ｃ面上に、第１導電型の窒化物系半導体層としてＳｉをドープしたｎ型ＧａＮコンタクト層１２とｎ型ＡｌＧａＮクラッド層１３が順次、積層形成され、その上にｐｎ接合を有する窒化物系半導体層からなる発光層としてＩｎＧａＮ／ＧａＮの多層構造のＭＱＷ発光層１４が形成され、さらに第２導電型の窒化物系半導体層としてＭｇをドープしたｐ型ＡｌＧａＮクラッド層１５とｐ型ＧａＮコンタクト層１６が順次、積層形成されている。

【００７２】

そして、ｐ型ＧａＮコンタクト層１６には、大小多数の突形状ドット１８が形成されている。突形状ドット１８のサイズは、大きいものでは数μｍから数十μｍ、小さいものでは百ｎｍから数μｍであり、その突起の高さは、百ｎｍから１μｍである。また、その密度は凡そ10^{4} mm^{-2}程である。

【００７３】

また、この突形状ドット１８を形成したｐ型ＧａＮコンタクト層１６の電極形成領域にＮｉ／Ａｕからなるｐ電極１９ａが形成されている。

【００７４】

さらに、ＲＩＥ法によりｐ型ＧａＮコンタクト層１６からｎ型ＧａＮコンタクト層１２までの一部の領域をエッチングすることにより露出したｎ電極形成領域にＴｉ／Ａｌからなるｎ型電極２０ａが形成され、フリップチップ型のＬＥＤ３１が得られる。

【００７５】

図１０は、図９に示すＬＥＤ３１を用いた窒化物系半導体発光装置の断面図である。

【００７６】

図に示すように、サファイア基板１１が発光観測面になるように、ＬＥＤ３１が外囲器３２に形成された反射カップ３３の中に載置され、ｐ電極１９ａおよびｎ電極２０ａがボールボンディングによりリードフレーム３４ａ、３４ｂに固着されている。

【００７７】

そして、反射カップ３３の中に透明ゲル状樹脂３５を充填して透明樹脂レンズ３６を外囲器３２に固着することにより、窒化物系半導体発光装置３７が得られる。

【００７８】

この半導体発光装置３７の、動作電流２００ｍＡにおける動作電圧は３．２Ｖであり、ｐ型ＧａＮコンタクト層１６に突形状ドット１８を形成していない従来構造のＬＥＤの３．５Ｖと比較して動作電圧を低減することができた。

【００７９】

さらに、動作電流を増加させても、活性層の全面が発光し特定部位への電流集中等は見られず、発熱の影響による光出力の飽和や、信頼性の低下は見られなかった。

【００８０】

以上説明したように、本発明の窒化物系半導体発光素子によれば、ｐ型ＧａＮコンタクト層１６に大小多数の突形状ドット１８を設けたので、ｐ型ＧａＮコンタクト層１６とｐ電極１９ａとの接触面積が増大して十分な接触抵抗が得られ、大電流で駆動する高光束ＬＥＤに十分な動作電圧が確保できる。

【００８１】

上述の実施の形態においては、島状ＡｌＧａＮ１７を形成する工程と島状ＡｌＧａＮ１７をマクスとしてＧａＮコンタクト層１６をエッチングする工程を同一ＭＯＣＶＤ装置の反応容器内で連続して行う場合について説明したが、本発明はこれに限定されるものではなく、別々の装置で行っても構わない。

【００８２】

また、突形状ドット１８をｐ型ＧａＮコンタクト層１６に形成する場合について説明した

が、これに限定されるものではなく、コンタクト層としてはＡｌやＩｎを含む窒化物系半導体層でも構わない。

【００８３】

さらに、突形状ドット１８を形成する工程を２回繰り返して、突形状ドット１８ａ、１８ｂを形成する場合について示したが、これに限定されるものではなく、島状のＡｌＧａＮ１７ａのサイズや厚さ、およびＡｌ組成を種々変更しながらさらに繰り返しても構わない。

【００８４】

更に、また、基板１１が絶縁体のサファイアの場合について説明したが、これに限定されるものではなく、ＳｉＣやＧａＮなどの半導体基板でも構わない。

【００８５】

【発明の効果】

以上説明したように、本発明の窒化物系半導体発光素子および製造方法によれば、十分な接触抵抗のｐ電極が容易に得られ、十分な動作電圧の半導体発光素子が得られる。

【図面の簡単な説明】

【図１】本発明の第１の実施の形態に係わる窒化物系半導体発光素子の製造方法の第１段階を示す断面図。

【図２】本発明の第１の実施の形態に係わる窒化物系半導体発光素子の製造方法の第２段階を示す図で、図２（ａ）はその平面図、図２（ｂ）は図２（ａ）のＡ－Ａ線に沿う断面図。

【図３】本発明の第１の実施の形態に係わる窒化物系半導体発光素子の製造方法の第３段階を示す断面図。

【図４】本発明の第１の実施の形態に係わる窒化物系半導体発光素子の製造方法におけるＡｌＧａＮのＡｌ組成とエッチング速度の関係を示す図。

【図５】本発明の第１の実施の形態に係わる窒化物系半導体発光素子の製造方法の第４段階を示す図で、図５（ａ）はその断面図、図５（ｂ）は要部の拡大断面図。

【図６】本発明の第１の実施の形態に係わる窒化物系半導体発光素子の製造方法の第５段階を示す断面図。

【図７】本発明の第１の実施の形態に係わる窒化物系半導体発光素子の製造方法の第６段階を示す断面図。

【図８】本発明の第２の実施の形態に係わる窒化物系半導体発光素子の製造方法を工程順に示す断面図。

【図９】本発明による窒化物系半導体発光素子を示す断面図。

【図１０】本発明による窒化物系半導体発光装置を示す断面図。

【図１１】従来の製造方法による窒化物系半導体発光素子を示す断面図。

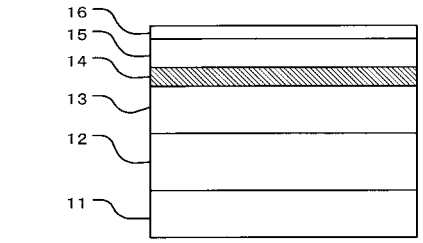
【図１２】従来の製造方法による電極形成面に凹凸形状を有する窒化物系半導体素子を示す断面図。

【符号の説明】

１１　サファイア基板
１２　ｎ型ＧａＮコンタクト層
１３　ｎ型ＡｌＧａＮクラッド層
１４　ＭＱＷ発光層
１５　ｐ型ＧａＮコンタクト層
１６　ｎ型ＡｌＧａＮクラッド層
１７、１７ａ　島状ＡｌＧａＮ膜
１８、１８ａ、１８ｂ　突形状ドット
１８ｃ　微細な窪み
１９、１９ａ　ｐ電極
２０、２０ａ　ｎ電極
２１、３１　ＬＥＤ

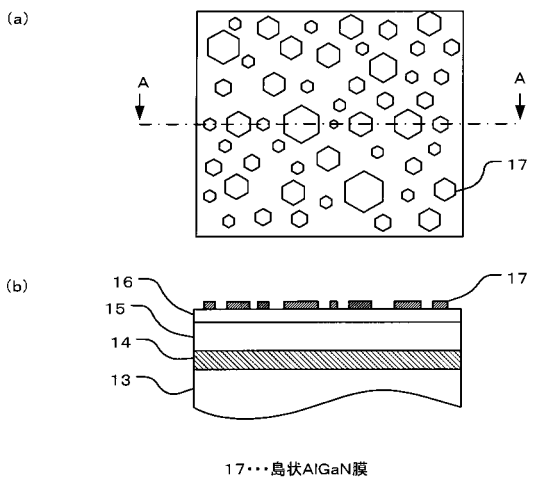
３２　外囲器
３３　反射カップ
３４ａ、３４ｂ　リードフレーム
３５　透明ゲル状樹脂
３６　透明樹脂レンズ
３７　半導体発光装置

【図１】



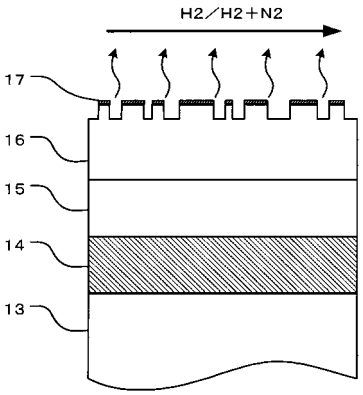
11･･･サファイア基板
12･･･n型GaNコンタクト層
13･･･n型AlGaNクラッド層
14･･･MQW層
15･･･p型AlGaNクラッド層
16･･･p型GaNコンタクト層

【図２】

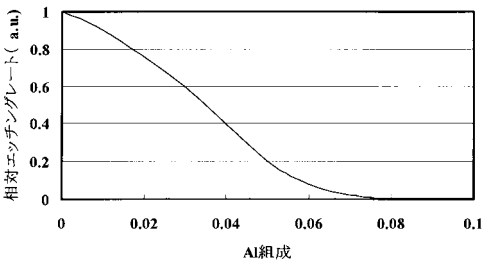


17･･･島状AlGaN膜

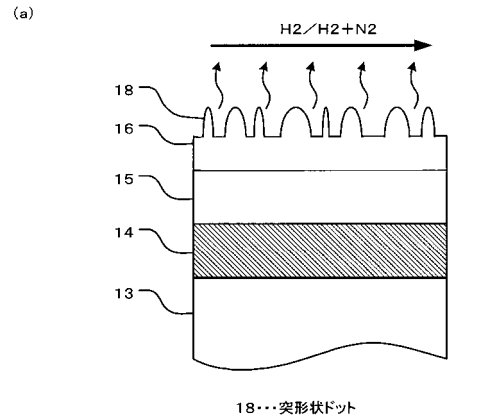
【図３】



【図４】



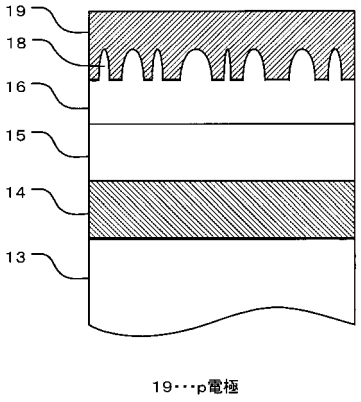
【図５】



18･･･突形状ドット

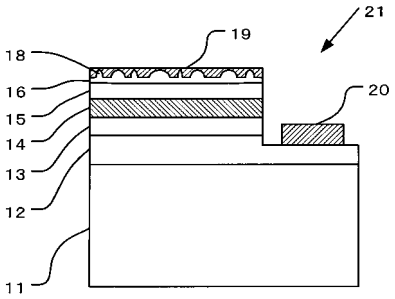
18c･･･微細な窪み

【図６】



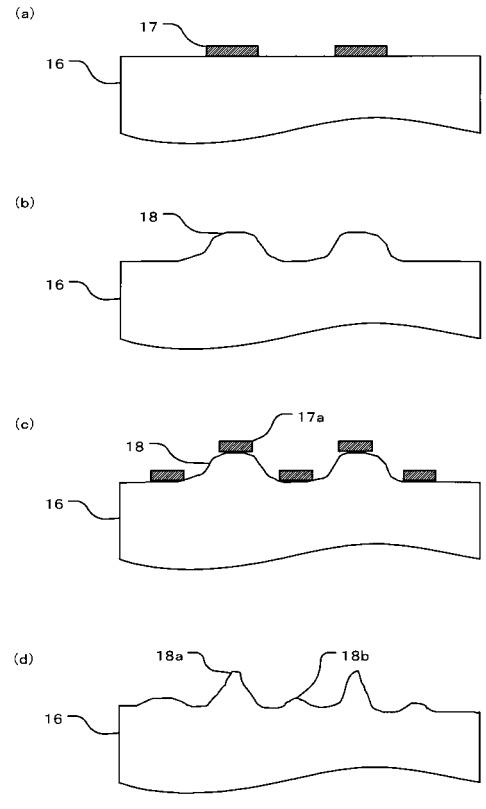
19･･･p電極

【図７】



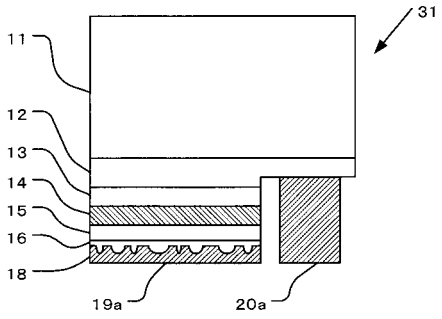
20･･･n電極
21･･･LED

【図８】



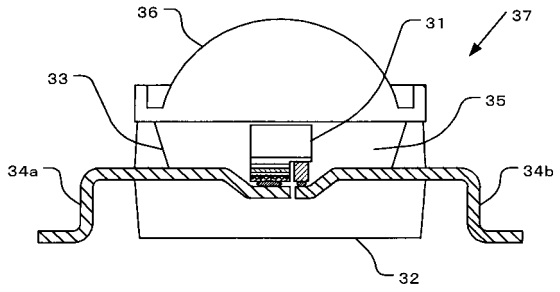
17a･･･島状AlGaN膜　　18a、18b･･･突形状ドット

【図９】



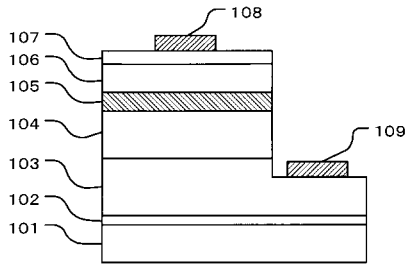
19a･･･p電極
20a･･･n電極
31･･･LED

【図１０】



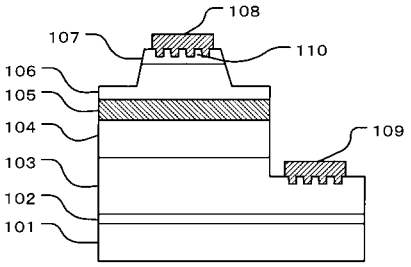
32･･･外囲器
33･･･反射カップ
34a、34b･･･リードフレーム
35･･･透明ゲル状樹脂
36･･･透明樹脂レンズ
37･･･半導体発光装置

【図１１】



101･･･サファイア基板
102･･･バッファ層
103･･･n型GaNコンタクト層
104･･･n型AlGaNクラッド層
105･･･MQW発光層
106･･･p型AlGaNクラッド層
107･･･p型GaNコンタクト層
108･･･p電極
109･･･n電極

【図１２】



110･･･ストライプ状凹凸

フロントページの続き

Ｆターム(参考) 5F041 AA03 AA24 CA04 CA05 CA34 CA40 CA57 CA74 CA93 CA99
FF11
5F045 AA04 AB14 AB17 AC08 AC12 AC15 AC18 AC19 AD12 AD13
AD14 AD15 AD16 AF04 AF09 CA09 DA55 DA67 EB15 HA13
HA22