

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第3710573号
(P3710573)

(45) 発行日 平成17年10月26日(2005.10.26)

(24) 登録日 平成17年8月19日(2005.8.19)

(51) Int. Cl.⁷

H01L 33/00

F I

H01L 33/00

C

H01L 33/00

E

請求項の数 7 (全 9 頁)

<p>(21) 出願番号 特願平8-257879 (22) 出願日 平成8年9月30日(1996.9.30) (65) 公開番号 特開平10-107318 (43) 公開日 平成10年4月24日(1998.4.24) 審査請求日 平成15年9月29日(2003.9.29)</p>	<p>(73) 特許権者 000005049 シャープ株式会社 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 (74) 代理人 100101823 弁理士 大前 要 (74) 代理人 100103296 弁理士 小池 隆彌 (72) 発明者 幡 俊雄 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号 シャープ株式会社内 審査官 檀本 英吾</p>
--	--

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

窒化ガリウム系化合物半導体発光層の上に、Niからなる薄膜とCu、Pd、Rhの群から1つ以上選択された金属よりなる薄膜とが交互に1組み以上積層されてなる透光性電極を有し、

前記透光性電極上にボンディング用電極を有し、

前記透光性電極は、窒化ガリウム系化合物半導体側にNiからなる薄膜が位置し、表面側に前記選択された金属からなる薄膜が位置する構造である

ことを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造。

【請求項2】

前記透光性電極は、Niからなる薄膜とCu、Pd、Rhの群から1つ以上選択された金属よりなる薄膜とが交互に2組み以上積層されてなるものである

ことを特徴とする請求項1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造。

【請求項3】

窒化ガリウム系化合物半導体発光層の上に、ボンディング用電極を有し、

前記ボンディング用電極の上に、当該ボンディング用電極の上面を全面的に覆う、Niからなる薄膜と熱的に安定な金属からなる薄膜とが交互に1組み以上積層されてなる透光性電極を有し、

前記透光性電極は、窒化ガリウム系化合物半導体側にNiからなる薄膜が位置し、表面側に前記選択された金属からなる薄膜が位置する構造である

ことを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造。

【請求項 4】

前記熱的に安定な金属が、Cu、Pd、Rhの群から1つ以上選択された金属よりなることを特徴とする請求項 3 に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造。

【請求項 5】

窒化ガリウム系化合物半導体発光層の上に、第 1 の透光性電極を有し、前記第 1 の透光性電極上にボンディング用電極を有し、

前記ボンディング用電極の上に、当該ボンディング用電極を覆うように、Ni からなる薄膜と熱的に安定な金属からなる薄膜とが交互に 1 組み以上積層されてなる第 2 の透光性電極を有し、

前記第 2 の透光性電極は、第 1 の透光性電極側に Ni からなる薄膜が位置し、表面側に熱的に安定な金属からなる薄膜が位置する構造である

ことを特徴とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造。

【請求項 6】

前記熱的に安定な金属が、Au、Cu、Pt、Pd、Rhの少なくとも 1 種類からなることを特徴とする請求項 5 に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造。

【請求項 7】

前記ボンディング用電極は、Ni からなるボンディング用電極と、その上に Au からなるボンディング用電極が積層された構造である

ことを特徴とする請求項 1 乃至 6 に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、青色から紫外光領域で発光可能な窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造に関し、特に、窒化ガリウム系化合物半導体層上に透光性電極を有する窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造に関する。

【0002】

【従来の技術】

従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造として、特開平 7 - 10663 号公報に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を図 7 に示す。

【0003】

まず、絶縁性のサファイア基板 1 の上に、n 型窒化ガリウム系化合物半導体層 2、p 型窒化ガリウム系化合物半導体層 3 が形成され、更にその表面上に Ni 及び Au を積層した合金からなる透光性電極 4 と、Au 単体、または Au に加えて、Ti、Ni、In、Pt から少なくとも 1 種類を含む合金からなるボンディング用電極 5 が形成されている。また、n 型窒化ガリウム系化合物半導体層 2 上に n 型電極 6 を形成した。

【0004】

【発明が解決しようとする課題】

しかし、透光性電極 4 は、発光波長領域にて透光性を保つため非常に薄い膜で形成されている。そのため、透光性電極 4 と p 型窒化ガリウム系化合物半導体層 3 とのオーミック特性を得るために、熱処理中（アニール中）に露出した表面から透光性電極の Ni が変質し、そのためオーミック特性が悪化し、発光効率の低下を招くことになる。このような Ni の変質が生じるのは、窒化ガリウム系材料はオーミック接触を十分に行うことが困難であるため、高い温度で熱処理を行う必要があるからである。

【0005】

さらに、透光性電極 4 は、非常に薄い膜であるので、p 型窒化ガリウム系化合物半導体層 3 及びボンディング用電極 5 との密着性が悪く、ワイヤーボンディング時に剥がれ易くなる問題が生じた。

【0006】

10

20

30

40

50

従って、ワイヤーボンディング時に透光性電極 4 及びボンディング用電極 5 の剥れをなくすことでワイヤーボンディング時の歩留りが向上し、且つ、発光効率の低下を押さえることのできる信頼性に優れた窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造を提供することを目的とする。

【0007】

【課題を解決するための手段】

本発明は、上記問題を解決するためになされたもので、窒化ガリウム系化合物半導体発光層の上に Ni からなる薄膜と Au からなる薄膜が少なくとも 1 組以上交互に積層された透光性電極を有し、前記透光性電極上にボンディング用電極を有し、前記透光性電極は、Ni からなる薄膜と Au からなる薄膜が少なくとも 1 組以上交互に積層され、窒化ガリウム系化合物半導体側が Ni からなり、表面側が Au からなることを特徴とする。このような構造を形成することにより、透光性電極の Ni の変質を防ぐことができ、窒化ガリウム系化合物半導体層と透光性電極とのオーミック特性を維持し、それに伴う発光効率の低下を生じさせないことが可能となる。

10

【0008】

また、窒化ガリウム系化合物半導体発光層の上にボンディング用電極を有し、前記ボンディング用電極を覆うように Ni からなる薄膜と Au からなる薄膜が少なくとも 1 組以上交互に積層された透光性電極を有し、前記透光性電極は、窒化ガリウム系化合物半導体側が Ni からなり、表面側が Au からなることを特徴とする。

【0009】

また、ボンディング用電極を覆うように Ni と Au からなる多層構造の透光性電極を形成することにより、p 型窒化ガリウム系化合物半導体層とボンディング用電極の付着力を一層強めることができる。さらに多層構造の透光性電極の最表面を Au にすることで Au ワイヤーと付着力を強めることができる。そのため、ワイヤーボンディング時にボンディング用電極の剥がれを少なくすることが可能となる。

20

【0010】

また、多層構造の透光性電極と Au からなるボンディング用電極 Au の間に密着性を向上させる Ni からなるボンディング用電極を形成することにより、p 型窒化ガリウム系化合物半導体層とボンディング用電極 Au の付着力が強くなる。

【0011】

【発明の実施の形態】

本発明を具体的な実施の形態に基づいて説明する。

【0012】

(実施の形態 1)

本発明によって作製された窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造の模式図を図 1 に示す。

【0013】

絶縁性のサファイア基板 1 の上に、n 型窒化ガリウム系化合物半導体層 2、p 型窒化ガリウム系化合物半導体層 3 が形成され、更にその表面上に Ni、Au の順に交互に積層された透光性電極 7 と、Ni 単体からなるボンディング用電極 8 と Au 単体からなるボンディング用電極 9 が形成されている。透光性電極 7 は、最も p 型窒化ガリウム系化合物半導体層 3 側は Ni からなり、最も表面側は Au からなる。また、n 型窒化ガリウム系化合物半導体層 2 上に n 型電極 6 を形成した。

40

【0014】

上記のような本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造工程について図 4 に示す。

【0015】

まず、MOCVD 法で、絶縁性のサファイア基板 1 上に、n 型窒化ガリウム系化合物半導体層 2 を積層する。次に、p 型窒化ガリウム系化合物半導体層 3 を積層し、p 型窒化ガリウム系化合物半導体層 3 の表面の所望の領域に電子ビーム蒸着法で Ni と Au とを交互に

50

2.5 nmずつ積層した透光性電極7を形成する。

透光性電極7の膜厚は、発光波長において十分透過する厚さに設定する。

【0016】

p型窒化ガリウム系化合物層3と透光性電極7のNiとのオーミック特性を得るため、500のアニールを3分間行う。また、n型窒化ガリウム系化合物半導体層2上にn型電極6を形成した。この時の製造工程断面図を図4(a)に示す。

【0017】

次に、透光性電極7上に電子ビーム蒸着法でNiからなるボンディング用電極8を形成し、更に、Auからなるボンディング用電極9を形成する。この時の製造工程断面図を図4(b)に示す。

【0018】

本実施の形態では、透光性電極7はNiとAuとを交互に積層した多層構造からなるが、アニール温度に対して熱的に安定な金属からなる薄膜とNiとからなる多層構造でもよい。熱的に安定な金属としては、Au、Cu、Pt、Pd、Rh等の少なくとも1種からなる金属が好ましい。透光性電極7の形成方法は、電子ビーム蒸着法、真空蒸着法、スパッタリング法を用いてもよい。Auからなるボンディング用電極9は、Auワイヤーとの密着性向上させるためにAuを用いた。

【0019】

(実施の形態2)

本発明によって作製された別の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造の模式図を図2に示す。

【0020】

絶縁性のサファイア基板1の上に、n型窒化ガリウム系化合物半導体層2、p型窒化ガリウム系化合物半導体層3が形成され、更にその表面上に、Niからなるボンディング用電極8が形成されている。更に、その上に、Auからなるボンディング用電極9が形成されており、Auからなるボンディング用電極9を覆うようにNiとAuとを交互に積層した透光性電極10が形成されている。また、n型窒化ガリウム系化合物半導体層2上にn型電極6を形成した。透光性電極10は、p型窒化ガリウム系化合物半導体層側はNiからなり、表面側はAuからなっている。

【0021】

上記のような本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造工程について図5に示す。

【0022】

まず、実施の形態1と同様に形成されたp型窒化ガリウム系化合物半導体層3の表面に、電子ビーム蒸着法で形成されたNiからなるボンディング用電極8を形成し、その上に電子ビーム蒸着法で形成されたAuからなるボンディング用電極9を形成した。次に、Niからなるボンディング用電極8と、Auからなるボンディング用電極9のアニールを500、3分間行う。この時の製造工程断面図を図5(a)に示す。

【0023】

Auからなるボンディング用電極9を覆うように、p型窒化ガリウム系化合物半導体層3の表面の所望の領域にNiとAuの順に交互に積層した透光性電極10を電子ビーム蒸着法で15nmの厚さで形成する。次に、透光性電極10のアニールを400、3分で行う。この時の製造工程断面図を図5(b)に示す。

【0024】

透光性電極10は、2層構造でなくとも多層構造としても、p型窒化ガリウム系化合物半導体層側をNiとし、表面側をAuの順に構成にしておればよい。多層膜構造とした時の製造工程断面図を図5(c)に示す。

【0025】

次に、ワイヤーボンディングを行うと、透光性電極10が薄膜であるため、透光性電極10を突き破ってボンディング用電極9と接続される。

10

20

30

40

50

【0026】

ここで、ボンディング用電極8、9のアニールは透光性電極10のアニールの前に行われている上に、透光性電極10のアニール温度はボンディング用電極8、9のアニールの温度より低いため、透光性電極10の変質が発生することはない。さらに、Auからなるボンディング用電極9の表面上にNiとAuとを積層させる構造の透光性電極10を形成することにより、p型窒化ガリウム系化合物半導体層3とNiからなるボンディング用電極8の付着力を強めることができる。

【0027】

透光性電極10は熱的に安定な金属であるAu、Cu、Pt、Pd、Rh等の少なくとも1種とNiからなる多層構造でも構わない。Auからなるボンディング用電極9はAuワイヤーとの接着性向上のためAuを用いた。

10

【0028】

透光性電極の形成方法として、電子ビーム蒸着法、真空蒸着法、スパッタリング法等を用いることができる。

【0029】

(実施の形態3)

本発明のまた別の実施の形態によって作製された窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造の模式図を図3に示す。

【0030】

絶縁性のサファイア基板1の上に、n型窒化ガリウム系化合物半導体層2、p型窒化ガリウム系化合物半導体層3が形成され、その上にNiからなる第1の透光性電極11が形成され、その上にNiからなるボンディング用電極8が形成されている。更に、その上に、Auからなるボンディング用電極9が形成されており、Auからなるボンディング用電極9を覆うように電子ビーム蒸着法で2.5nmずつの膜厚でNiとAuとを交互に積層した第2の透光性電極12が形成されている。また、n型窒化ガリウム系化合物半導体層2上にn型電極6を形成した。第2の透光性電極12は、第1の透光性電極側がNiであり、表面側がAuである。

20

【0031】

上記のような本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の製造工程について図6に示す。

30

【0032】

まず、実施の形態1と同様に形成されたp型窒化ガリウム系化合物半導体3の表面に、電子ビーム蒸着法で2.5nmの膜厚のNiからなる第1の透光性電極11を形成する。また、n型窒化ガリウム系化合物半導体層2上にn型電極6を形成した。この時の製造工程断面図を図6(a)に示す。

【0033】

この上に、電子ビーム蒸着法で形成されたNiからなるボンディング用電極8を形成する。この時の製造工程断面図を図6(b)に示す。

【0034】

その上に電子ビーム蒸着法で形成されたAuからなるボンディング用電極9を形成した。p型ボンディング用電極9を覆うように、NiとAuとを順に交互に積層した第2の透光性電極12を電子ビーム蒸着法で2.5nmずつの膜厚で形成する。この時の製造工程断面図を図6(c)に示す。

40

【0035】

第1の透光性電極11とAuからなるボンディング用電極9の密着力を向上させるために、第1の透光性電極11とAuからなるボンディング用電極9の間にNiからなるボンディング用電極8を形成している。このためワイヤーボンディング時にボンディング用電極8、9の剥がれがなくなる。

【0036】

本実施の形態では、第1の透光性電極11としてNi単体を使用したが、NiとAuとの

50

積層構造や交互に積層することで二層膜、多層膜としてもよい。この時の断面図を図6(d)、図6(e)に示す。また、第2の透光性電極12も、NiとAuとの積層構造や複数層交互に積層した多層膜としても、第2の透光性電極12の表面をAuとすれば構わない。

【0037】

第1、第2の透光性電極形成方法は、電子ビーム蒸着法、真空蒸着法、スパッタリング法等を用いる。

【0038】

実施の形態3において作製された窒化ガリウム系化合物半導体発光素子は、p型窒化ガリウム系化合物半導体層3上の第1の透光性電極11のNiからなる膜の膜厚を厚くできる自由度があるため、オーミック特性及び密着性がより向上できる。

10

【0039】

また、本実施の形態では、n型窒化ガリウム系化合物半導体層の上にp型窒化ガリウム系化合物半導体層を積層させた窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を用いたが、p型窒化ガリウム系化合物半導体層の上にn型窒化ガリウム系化合物半導体層を積層させた窒化ガリウム系化合物半導体発光素子を用いても構わない。

【0040】

【発明の効果】

本発明によれば、電極を発光透光面とする窒化ガリウム系化合物半導体発光素子において、透光性電極がNiと熱的に安定な金属とを交互に積層した多層構造であることによって、ボンディング時にかかる力によっても窒化ガリウム系化合物半導体層とボンディング用電極との剥がれが生じないように密着性を向上できる。また、透光性電極の窒化ガリウム系化合物半導体側にNi、表面側に熱的に安定な金属を配置するように多層構造を形成することにより、アニール中に生じるNiの変質を防ぐことができ、窒化ガリウム半導体層と透光性電極のオーミック特性を維持することができる。

20

【0041】

また、ボンディング用電極を覆うようにNi及びAuからなる多層構造の透光性電極を形成することにより、p型窒化ガリウム系化合物半導体層とボンディング用電極の付着力を一層強めることができる。また、ボンディング用電極のアニール温度が透光性電極のアニール温度より高く、かつ、ボンディング用電極のアニールを透光性電極のアニールの前に行うことにより、透光性電極の変質が発生することなく、透光性電極とボンディング用電極の密着力を強くできる。

30

【0042】

そのために、オーミック特性とボンディング時の電極剥がれの問題が解決でき、発光効率及び信頼性の良好な窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造が実現できる。

【0043】

さらに、ボンディング電極をNiで形成することで、透光性電極とボンディング用電極との密着力を向上させるために透光性電極とボンディング用電極の間に密着力が向上する。

【0044】

また、熱的に安定な金属として、Au、Cu、Pt、Pd、Rhが好ましい。

40

【図面の簡単な説明】

【図1】実施の形態1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造の模式図である。

【図2】実施の形態2に記載の本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造の模式図である。

【図3】実施の形態3に記載の本発明の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造の模式図である。

【図4】実施の形態1に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造の作製工程を示す図である。

【図5】実施の形態2に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造の作製工

50

程を示す図である。

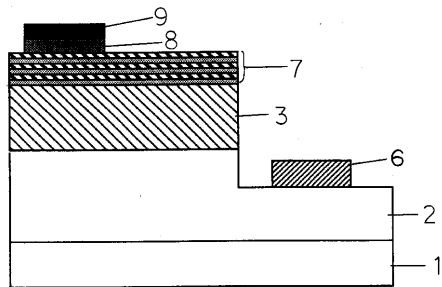
【図6】実施の形態3に記載の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造の作製工程を示す図である。

【図7】従来の窒化ガリウム系化合物半導体発光素子の電極構造の模式図である。

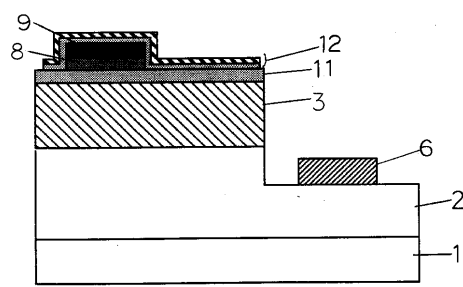
【符号の説明】

- 1 絶縁性のサファイア基板
- 2 n型窒化ガリウム系化合物半導体層
- 3 p型窒化ガリウム系化合物半導体層
- 4 透光性電極
- 5 ボンディング用電極
- 6 n型電極
- 7 透光性電極
- 8 Niからなるボンディング用電極
- 9 Auからなるボンディング用電極
- 10 透光性電極
- 11 第1の透光性電極
- 12 第2の透光性電極

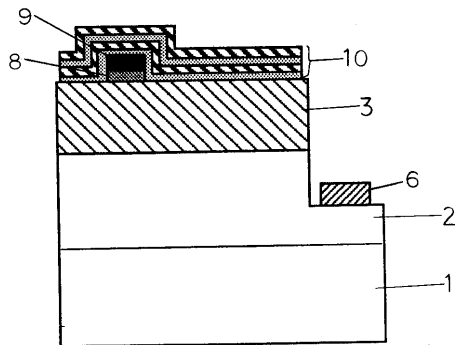
【図1】



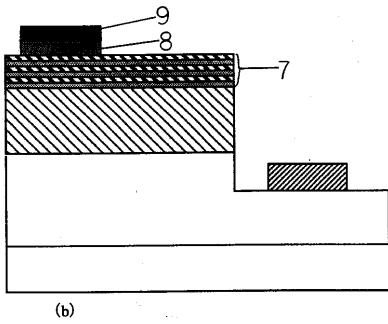
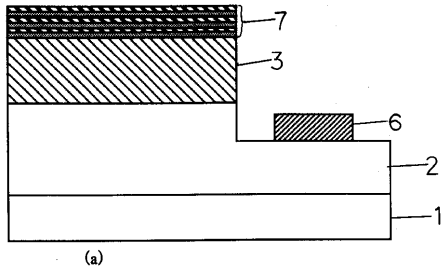
【図3】



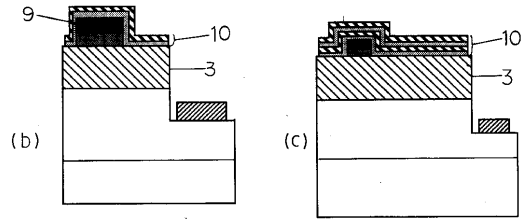
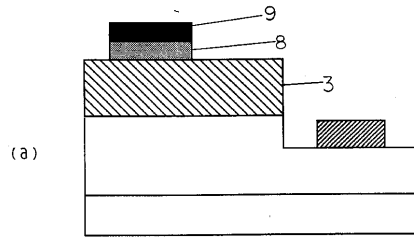
【図2】



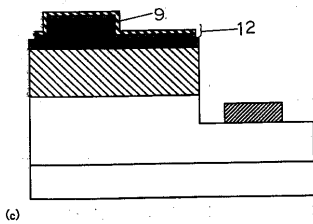
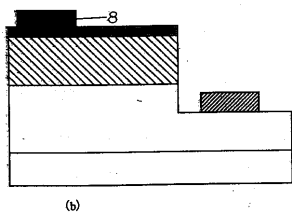
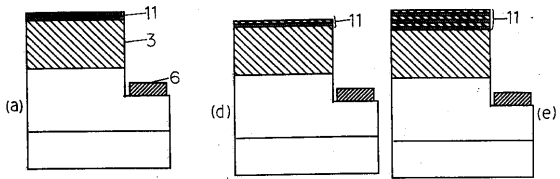
【 図 4 】



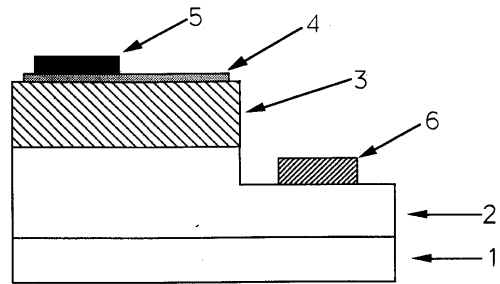
【 図 5 】



【 図 6 】



【 図 7 】



フロントページの続き

- (56)参考文献 特開平08 - 250768 (JP, A)
特開平07 - 094782 (JP, A)
特開平06 - 291366 (JP, A)

- (58)調査した分野(Int.Cl.⁷, DB名)
H01L 33/00