(12)特許協力条約に基づいて公開された国際出願

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局

(43) 国際公開日
2002 年8 月29 日 (29.08.2002)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/067340 A1

(51) 国際特許分類[7]: H01L 33/00

(21) 国際出願番号: PCT/JP02/01134

(22) 国際出願日: 2002 年2 月12 日 (12.02.2002)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2001-44832 2001 年2 月21 日 (21.02.2001) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): ソニー株式会社 (SONY CORPORATION) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都 品川区 北品川６丁目７番３５号 Tokyo (JP).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 土居 正人 (DOI,Masato) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都 品川区 北品川６丁目７番３５号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 奥山 浩之 (OKUYAMA,Hiroyuki) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都 品川区 北品川６丁目７番３５号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 琵琶 剛志 (BIWA,Goshi) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都 品川区 北品川６丁目７番３５号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP). 大畑 豊治 (OOHATA,Toyoharu) [JP/JP]; 〒141-0001 東京都 品川区 北品川６丁目７番３５号 ソニー株式会社内 Tokyo (JP).

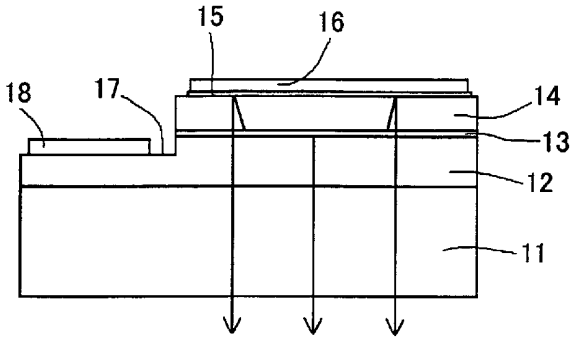
(74) 代理人: 杉浦 正知 (SUGIURA,Masatomo); 〒171-0022 東京都 豊島区 南池袋 2丁目49番 7号 池袋パークビル７階 Tokyo (JP).

(81) 指定国 (国内): AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, KE, KG, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NO, NZ, OM, PH, PL, PT, RO, RU, SD, SE, SG, SI, SK, SL, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VN, YU, ZA, ZM, ZW.

[続葉有]

(54) Title: SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE, METHOD FOR FABRICATING SEMICONDUCTOR LIGHT-EMITTING DEVICE, AND ELECTRODE LAYER CONNECTION STRUCTURE

(54) 発明の名称: 半導体発光素子、半導体発光素子の製造方法、及び電極層の接続構造



(57) Abstract: A semiconductor light-emitting device from which light is taken out on its substrate side, in which an electrode layer is formed on a p-type semiconductor layer (e.g., p-type GaN layer) formed on an active layer, and a nickel layer having a thickness equal to or less than the penetration depth of the light produced in the active layer and serving as a contact metal layer for ohmic contact is formed between the electrode layer and the p-type semiconductor layer. The nickel layer is so thin that the reflection efficiency is heightened.

(57) 要約:

光取り出しを基板側から行う半導体発光素子において、活性層上に形成されたｐ型半導体層（例えば、ｐ型ＧａＮ層）上に電極層が形成され、この電極層とｐ型半導体層の間には活性層で発生した光の侵入長若しくはそれ以下の厚みを有するオーミック接触を図るためのコンタクトメタル層としてニッケル層が形成される。ニッケル層が十分に薄いため、反射効率を高くすることができる。

WO 02/067340 A1

(84) 指定国 (広域): ARIPO 特許 (GH, GM, KE, LS, MW, MZ, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), ユーラシア特許 (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR), OAPI 特許 (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG).

添付公開書類:
— 国際調査報告書

２文字コード及び他の略語については、定期発行される各*PCT*ガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

明　細　書

半導体発光素子、半導体発光素子の製造方法、及び電極層の接続構造

技術分野

この発明は、窒化物半導体などを用いて形成される半導体発光素子とその製造方法、及び電極層の接続構造に関し、特に活性層で発光した光を該活性層上に積層される電極層で反射させるタイプの半導体発光素子とその製造方法、及び電極層の接続構造に関する。

背景技術

窒化ガリウム系化合物半導体は可視光発光素子用の半導体材料として多用されるようになってきており、特に、青色及び緑色の発光ダイオードの分野での展開が進んでいる。一般的には、窒化ガリウム系半導体層をサファイア基板などの基板上に結晶成長させ、ｎ型半導体層と、活性層と、ｐ型半導体層とを順次積層した構造を有している。このような積層構造の発光ダイオードの場合、活性層に電流の注入がされ、活性層で生じた光が外部に取り出される。

このような構造の半導体発光素子では、活性層の上側に向かう光を取り出す構造や、活性層の下側に向かう光を透明性の基板を介して取り出す構造などが知られる。特に透明性の基板を介して取り出す構造においては、ｐ型半導体層に接続する電極層を反射層として活用した構造の素子があり、例えば、特開平１１－１９１６４１号公報に記載されるフリップチップ型の半導体発光素子や、特開平１１－２２０１７０号公報に記載される発光ダイオード素子、さらには特開２０００－９１６３８号公報に記載される半導体発光素子などが知られている。

このように半導体発光素子において発光した光をｐ側電極界面で反射させる素子では、基板側からの出力光として活性層から基板側に透過する光にだけでなくｐ側電極界面で反射した光が加わることから、発光素子の発光効率を高めることができる。また、特開平１１－１９１６４１号公報に記載される素子や、特開２０００－９１６３８号公報に記載される半導体発光素子については、反射層として機能する電極層とｐ型半導体層の間にオーミック接触を図るためのコンタクトメタル層を形成する構造が開示されている。

ところが、ｐ型半導体層に良好なオーミック接触を図る目的でコンタクト層を形成した場合であっても、そのコンタクト層の膜厚が例えば５０ｎｍ程度と厚い場合では、反射率を高くすることが困難であり、半導体発光素子としての発光効率の高効率化が求められる中、コンタクトメタル層を含む反射構造そのものの改善が要求されている。

したがって、この発明は上述の技術的な課題に鑑み、さらなる発光効率の高効率化を実現する半導体発光素子とその製造方法、および発光効率の高効率化を実現する電極層の接続構造の提供を目的とする。

発明の開示

この発明の半導体発光素子は、光透過型基板上に第一導電型半導体層と、活性層と、第二導電型半導体層とが順次積層され、前記活性層で発生した光が前記光透過型基板を介して取り出される半導体発光素子において、前記活性層上に形成された前記第二導電型半導体層上に、電極層が形成され、該電極層と前記第二導電型半導体層の間には前記活性層で発生した光の侵入長若しくはそれ以下の厚みを有するコンタクトメタル層が形成されることを特徴とする。

上述の半導体発光素子によれば、第一導電型半導体層と、活性層と、

第二導電型半導体層とが順次積層されることから、その活性層に電流を注入することで、光を発生させることができる。基板を光透過型基板とすることで、活性層で発生した光は基板側に照射されるが、活性層で発生した光の一部は前記第二導電型半導体層側に向かう。この第二導電型半導体層上に電極層を形成することで、その第二導電型半導体層側に向かった光は電極層の界面で反射可能となり、第二導電型半導体層側に向かった光は基板側に反射される。電極層と前記第二導電型半導体層の間にコンタクトメタル層を形成し、コンタクトメタル層の厚みを発生した光の侵入長若しくはそれ以下の厚みに薄くすることで、オーミック接触を図りながら電極層での反射率を高くすることができ、素子全体としての発光効率を上げることができる。

また、この発明の半導体発光素子の製造方法は、上述の半導体発光素子を製造する方法として、光透過型基板上に第一導電型半導体層と、活性層と、第二導電型半導体層とを順次積層する工程と、前記第二導電型半導体層上に前記活性層で発生する光の侵入長若しくはそれ以下の厚みを有するコンタクトメタル層を形成する工程と、前記コンタクトメタル層上に電極層を形成する工程とを有することを特徴とする。

この半導体発光素子の製造方法によれば、第二導電型半導体層の形成後に、活性層で発生する光の侵入長若しくはそれ以下の厚みを有するコンタクトメタル層が形成され、更にその所要の厚みを有するコンタクトメタル層が形成された後に電極層が形成される。従ってコンタクトメタル層は、その厚みが活性層で発生した光の侵入長若しくはそれ以下の厚みとされることから、オーミック接触を図りながら電極層での反射率を高くすることができ、光透過型基板側への反射強度を上げることができる。

また、この発明の電極層の接続構造は、光透過性の半導体層と、前

記半導体層上に形成され該半導体層を透過する光の侵入長若しくはそれ以下の厚みを有するコンタクトメタル層と、前記コンタクトメタル層上に形成される電極層とからなることを特徴とするものである。この発明の電極層の接続構造によれば、前記半導体発光素子と同様に、電極層と前記半導体層の間にコンタクトメタル層を形成し、コンタクトメタル層の厚みを発生した光の侵入長若しくはそれ以下の厚みに薄くすることで、オーミック接触を図りながら電極層での反射率を高くすることができる。

図面の簡単な説明

第１図は、この発明の第１の実施形態の半導体発光素子の断面図、第２図は、第１図に示すこの発明の第１の実施形態の半導体発光素子の要部断面図、第３図は、ＧａＮ／Ｎｉ／Ａｇ構造の反射率のＮｉ膜厚依存性を計算した特性図、第４図は、ＧａＮ／Ｎｉ／Ａｌ構造の反射率のＮｉ膜厚依存性を計算した特性図、第５図は、ＧａＮ／Ｎｉ／Ａｕ構造の反射率のＮｉ膜厚依存性を計算した特性図、第６図は、この発明の第２の実施形態の選択成長により形成された半導体発光素子の断面図である。

発明を実施するための最良の形態

以下、この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。

第１の実施形態

第１図は本実施形態の半導体発光素子の断面図である。本実施形態の半導体発光素子は、ＧａＮ系化合物半導体を積層して形成した発光部を有しており、絶縁性の透明なサファイア基板１１上に、ＧａＮバッファ層を介してシリコンがドープされたｎ型ＧａＮ層１２、光を発生させるＩｎＧａＮ活性層１３、マグネシウムがドープされたｐ型ＧａＮ層１４

とが積層された構造を有している。シリコンがドープされたｎ型ＧａＮ層１２は、第一導電型クラッド層として機能し、マグネシウムがドープされたｐ型ＧａＮ層１４は第二導電型クラッド層として機能して、本素子はダブルヘテロ構造となっている。

第二導電型クラッド層であるｐ型ＧａＮ層１４には、さらにオーミック接触を図るコンタクトメタル層であるニッケル層１５が形成されており、このニッケル層１５の膜厚は、後述するように活性層で発生する光の侵入長若しくはそれ以下の厚みとされ、本実施形態においては一例として膜厚約１０ｎｍとなっている。このニッケル層１５上にはｐ側電極層１６が形成されている。ｐ側電極層１６は例えばアルミニウム、銀からなる薄膜であり、コンタクトメタル層であるニッケル層１５を透過した光はｐ側電極層１６の界面で反射する。なお、本実施形態において、ｐ側電極層１６は例えばアルミニウム、銀からなる薄膜であるが、これらのアルミニウム、銀の上に金や白金などの金属層を積層した構造であっても良い。

ｎ側電極層１８は、全面にｎ型ＧａＮ層１２、ＩｎＧａＮ活性層１３、ｐ型ＧａＮ層１４を積層した後、開口部を形成してｎ型ＧａＮ層１２を露出させたｎ側電極取り出し領域１７を形成し、そのｎ側電極取り出し領域１７上にｎ型ＧａＮ層１２と電気的な接続を図るように形成される。このｎ側電極層１８は、例えば、Ｔｉ／Ａｌ／Ｐｔ／Ａｕ電極構造である。

第２図は本実施形態の要部断面図である。第２図に示すように、本実施形態の半導体発光素子はＩｎＧａＮ活性層１３をそれぞれクラッド層であるｎ型ＧａＮ層１２とｐ型ＧａＮ層１４の間に介在させたダブルヘテロ構造を有し、そのｐ型ＧａＮ層１４の上側に、オーミック接触を図るコンタクトメタル層であるニッケル層１５が形成され、さらにニッ

ケル層１５の上にアルミニウム若しくは銀からなるｐ側電極層１６が形成されている。このニッケル層１５の膜厚ｔは、活性層１３で発生する光の侵入長λ若しくはそれ以下の厚みとされ、本実施形態においては膜厚約１０ｎｍとなっているが、発生する光に応じて厚みを変えることもでき、さらには蒸着法、メッキ法などによって形成される際の膜質などに応じて変えることのできる寸法である。光が金属表面で反射する場合、エネルギーを有する電磁波としての光は、金属表面よりも侵入長と称される長さだけ金属表面から侵入し、完全反射の場合にはフォノン相互作用によって同じエネルギーを受取って反射をする。一方、オーミックコンタクトを達成するためには、極めて薄い膜でも十分であり、本発明者が行った実験結果からは、例えばニッケル層１５の膜厚が１ｎｍというように極めて薄い膜厚であっても発光動作が確認されている。このことから、ニッケル層１５の膜厚ｔは、活性層１３で発生する光の侵入長λ若しくはそれ以下の厚みとすることで、その上のｐ型ＧａＮ層１４での反射効率を高めることができる。

ここで、ニッケル層１５の膜厚ｔは、例えば２０ｎｍ以下の膜厚であることが望ましく、１０ｎｍ以下の膜厚であることがより好ましく、５ｎｍ以下の膜厚であることがさらに好ましい。これらの膜厚ｔの範囲については、第３図乃至第５図は計算によるニッケル層の膜厚と反射率の関係を示す図からも説明できる。

第３図はＧａＮ層、Ｎｉ層、Ａｇ層の積層構造に対して、Ｎｉ層の膜厚を変化させながら発光した光を反射させ、その反射率を算出したものである。第３図に示すように、Ｎｉ層の膜厚が薄い方が反射率が高くなり、Ｎｉ層の膜厚が増加するに従って反射率が低くなって行く傾向にある。第３図に示すように、２０ｎｍを超える膜厚の場合、その反射率は相対値で０．４以下であり、少なくとも０．４以上の反射率を得る場

合にはＮｉ層の膜厚を２０ｎｍ以下とすることが必要であって、好ましくは膜厚１０ｎｍ以下とされる。さらに反射率として０．６やそれ以上の値を得る場合にはＮｉ層の膜厚を５ｎｍ以下とすることが望ましい。

第４図はＧａＮ層、Ｎｉ層、Ａｌ層の積層構造に対して、Ｎｉ層の膜厚を変化させながら発光した光を反射させ、その反射率を算出したものである。第４図に示すように、Ａｇ層（第３図参照）を形成した場合と同様に、Ｎｉ層の膜厚が薄い方が反射率が高くなり、Ｎｉ層の膜厚が増加するに従って反射率が低くなって行く傾向にある。第４図に示すように、２０ｎｍを超える膜厚の場合、その反射率は相対値で０．５以下であり、少なくとも０．５以上の反射率を得る場合にはＮｉ層の膜厚を２０ｎｍ以下とすることが必要となる。反射率が相対値で０．６やそれ以上となるのは膜厚１０ｎｍ以下の場合であり、より好ましくはＮｉ層の膜厚を５ｎｍ以下とすることが望ましい。

第５図は参考として図示するＧａＮ層、Ｎｉ層、Ａｕ層の積層構造の反射率を計算した図である。電極層がＡｕの場合、Ｎｉ層の膜厚を薄くした場合でも、反射率が高くなる傾向を示さない。この第５図との対比から、金属材料で形成されるｐ側電極層はＡｇやＡｌが好ましいことが分かる。

上述のように、透明なサファイア基板１１から光の取り出しを行う半導体発光素子において、ＩｎＧａＮ活性層１３から出力された光は直接ｎ型ＧａＮ層１２とサファイア基板１１を透過する光と、ｐ側電極層１６で反射した光が合わされたものとなり、しかもｐ側電極層１６で反射する光は、コンタクトメタル層であるニッケル層１５が高反射率となるように薄膜化による最適化がなされていることから、その効率高く反射されたものであり、従って、全体として発光効率の高効率化を実現することができる。

なお、上述の実施形態においては、基板をサファイア基板として説明したが、他の光透過性基板を用いても良く、例えば、窒化ガリウム基板、ガラス基板、透明樹脂基板などを使用しても良く、転写などによって結晶成長した基板と実装される基板を別個にすることも可能である。また、コンタクトメタル層をＮｉとして説明したが、Ｐｄ、ＣｏまたはＳｂなどによって構成することもでき、これらの合金でもあっても良い。

第２の実施形態

本実施形態は、選択成長によって六角錐状の結晶部分を有する半導体発光素子の例であり、第６図に示すように、下地成長層２２上にシリコン酸化膜などからなる成長阻止膜２３が形成され、その成長阻止膜の一部を開口した窓部２４からの選択成長によってｎ型ＧａＮ層２５が形成された構造を有している。下地成長層２２は、ｃ面を主面とするサファイア基板上のバッファ層を介して積層されたＧａＮ系半導体の成長層であり、サファイア基板の裏面側からのレーザー照射によってサファイア基板と下地成長層２２の間でレーザーアブレーションを生じて、サファイア基板から離脱した構造となっている。

選択成長によって、下地成長層２２から成長するｎ型ＧａＮ層２５は六角錐状若しくはピラミッド状とされ、Ｓ面からなる傾斜面に周囲を囲まれた構造を有している。このｎ型ＧａＮ層２５上にはＩｎＧａＮ活性層２６が形成され、さらにマグネシウムドープのｐ型ＧａＮ層２７が積層される。ｎ型ＧａＮ層２５が第一導電型クラッド層として機能し、ｐ型ＧａＮ層２７が第二導電型クラッド層として機能し、本実施形態の半導体発光素子はダブルヘテロ構造をとる。

このような半導体積層構造に対して、傾斜面を覆う形でコンタクトメタル層としてのニッケル層２８が形成され、そのニッケル層２８上にｐ側電極層２９がＡｇ或いはＡｌの金属材料によって形成される。第６図

において線で示すニッケル層２８は、さらにオーミック接触を図るための薄膜であり、このニッケル層２８の膜厚は、活性層で発生する光の侵入長若しくはそれ以下の厚みとされ、本実施形態においては一例として膜厚約１０ｎｍとされる。このニッケル層２８上に形成されるｐ側電極層２９は、ニッケル層２８を透過した光をｐ側電極層２９の界面で反射するものであり、特に本実施形態においては、反射面としてのｐ側電極層２９が発光領域であるＩｎＧａＮ活性層２６を自己整合的に取り囲む構造とされ、しかも六角錐の頂点部を中心とする反射器のように多重反射を伴いながら、効率高く光が取り出されるような構造となっている。このためニッケル層２８をＩｎＧａＮ活性層２６で発生する光の侵入長若しくはそれ以下の厚みとすることで、さらに反射面での反射率が高くなり、光の取り出し効率を上げることができる。本発明者らが行った実験によれば、発光効率がニッケル層２８の厚みを光の侵入長若しくはそれ以下の厚みとしない構造に比べて約１．７倍になるデータが得られている。

下地成長層２２の一部は、ｎ型ＧａＮ層２５の下部より水平方向に延在された構造とされ、その延在された部分では成長阻止膜２３の一部が除去されて開口部３０が形成され、その開口部３０内にｎ側電極層３１が形成されている。このｎ側電極層３１は、例えばＴｉ／Ａｌ／Ｐｔ／Ａｕ電極構造を有する。

なお、本実施形態において、ｐ側電極層１６は例えばアルミニウム、銀からなる薄膜であるが、これらのアルミニウム、銀の上に金や白金などの金属層を積層した構造であっても良い。

このような構造の本実施形態の半導体発光素子は、ＩｎＧａＮ活性層２６から出力された光は直接ｎ型ＧａＮ層２５及び下地成長層２２を透過する光と、ｐ側電極層２９で反射した光が合わされたものとなり、し

かもｐ側電極層２９で反射する光は、コンタクトメタル層であるニッケル層２８が高反射率となるように薄膜化による最適化がなされていることから、その効率高く反射されたものであり、従って、全体として発光効率の高効率化を実現することができる。さらに、本実施形態の半導体発光素子では、選択成長によって六角錐状の結晶構造が得られ、ＧａＮ層のＳ面などからなる傾斜面に自己整合的に形成されたｐ側電極層２９が多重反射を生じさせる反射膜として機能することから、より高い反射効率を実現することができる。

なお、上述の実施形態では、この発明の半導体発光素子の電極層の構造を発光ダイオードに適用した例について説明したが、その他の半導体レーザーや、その他の光半導体素子などにもこの発明を適用することもできる。この発明の半導体発光素子の発光波長を特に限定するものではないが、例えば青色発光の場合では、ｐ側電極層はＡｇ若しくはＡｌとすることが望ましい。また、コンタクトメタル層をＮｉとして説明したが、Ｐｄ、ＣｏまたはＳｂなどによって構成することもでき、これらの合金でもあっても良い。

上述のこの発明の半導体発光素子によれば、透明な基板側からの光の取り出しの際に取り出される光は活性層から直接ｎ型ＧａＮ層等を透過した光と、ｐ側電極層で反射した光が合わされたものとなり、しかもｐ側電極層で反射する光は、コンタクトメタル層が高反射率となるように薄膜化による最適化がなされていることから、全体として発光効率の高効率化を容易に実現することができる。

さらに、選択成長によって半導体層を形成した場合では、選択成長によって六角錐状などのピラミッド型結晶構造が得られ、ＧａＮ層のＳ面などからなる傾斜面に自己整合的に形成されたｐ側電極層が多重反射を生じさせる反射膜として機能することから、より高い反射効率を実現す

ることができる。

請 求 の 範 囲

1．光透過型基板上に第一導電型半導体層と、活性層と、第二導電型半導体層とが順次積層され、前記活性層で発生した光が前記光透過型基板を介して取り出される半導体発光素子において、前記活性層上に形成された前記第二導電型半導体層上に、電極層が形成され、該電極層と前記第二導電型半導体層の間には前記活性層で発生した光の侵入長若しくはそれ以下の厚みを有するコンタクトメタル層が形成されることを特徴とする半導体発光素子。

2．前記第一導電型半導体層、前記活性層、及び前記第二導電型半導体層はそれぞれ窒化物系半導体層であることを特徴とする請求の範囲１記載の半導体発光素子。

3．前記第一導電型半導体層、前記活性層、及び前記第二導電型半導体層はそれぞれ選択成長によって形成された選択成長層であることを特徴とする請求の範囲１記載の半導体発光素子。

4．前記選択成長層は六角錐状に成長され、その六角錐状の傾斜した外周面に前記コンタクトメタル層と前記電極層が形成されていることを特徴とする請求の範囲３記載の半導体発光素子。

5．前記光透過型基板はサファイア基板、窒化ガリウム基板、ガラス基板、透明樹脂基板のうちから選ばれた基板であることを特徴とする請求の範囲１記載の半導体発光素子。

6．前記コンタクトメタル層は前記第二導電型半導体層に対してオーミック接触をする材料によって構成されていることを特徴とする請求の範囲１記載の半導体発光素子。

7．前記コンタクトメタル層はＮｉ、Ｐｄ、ＣｏまたはＳｂからなることを特徴とする請求の範囲４記載の半導体発光素子。

８．前記コンタクトメタル層は膜厚が２０ｎｍ以下に設定されることを特徴とする請求の範囲１記載の半導体発光素子。

９．前記コンタクトメタル層は膜厚が１０ｎｍ以下に設定されることを特徴とする請求の範囲１記載の半導体発光素子。

１０．前記コンタクトメタル層は膜厚が５ｎｍ以下に設定されることを特徴とする請求の範囲１記載の半導体発光素子。

１１．前記第二導電型半導体層は前記活性層で発生した光の反射機能を有することを特徴とする請求の範囲１記載の半導体発光素子。

１２．前記電極層はＡｇ若しくはＡｌから構成され、或いはＡｇ若しくはＡｌからなる層と他の金属層との組み合わせから構成されることを特徴とする請求の範囲１記載の半導体発光素子。

１３．光透過型基板上に第一導電型半導体層と、活性層と、第二導電型半導体層とを順次積層する工程と、

前記第二導電型半導体層上に前記活性層で発生する光の侵入長若しくはそれ以下の厚みを有するコンタクトメタル層を形成する工程と、

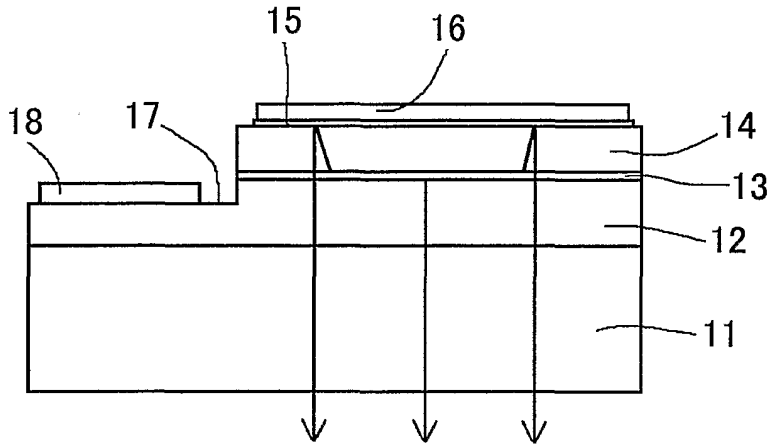
前記コンタクトメタル層上に電極層を形成する工程とを有することを特徴とする半導体発光素子の製造方法。

１４．光透過性の半導体層と、

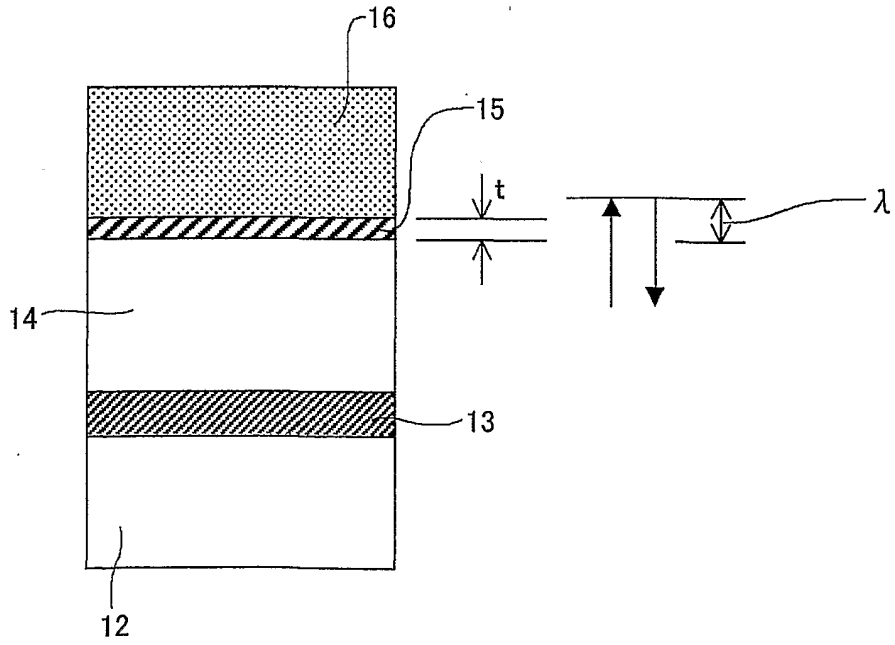
前記半導体層上に形成され該半導体層を透過する光の侵入長若しくはそれ以下の厚みを有するコンタクトメタル層と、

前記コンタクトメタル層上に形成される電極層とからなることを特徴とする電極層の接続構造。

第１図

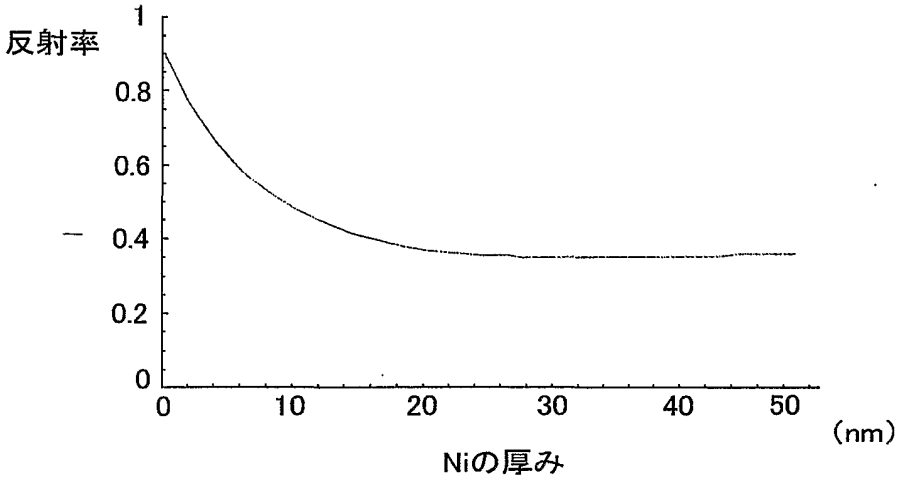


第２図



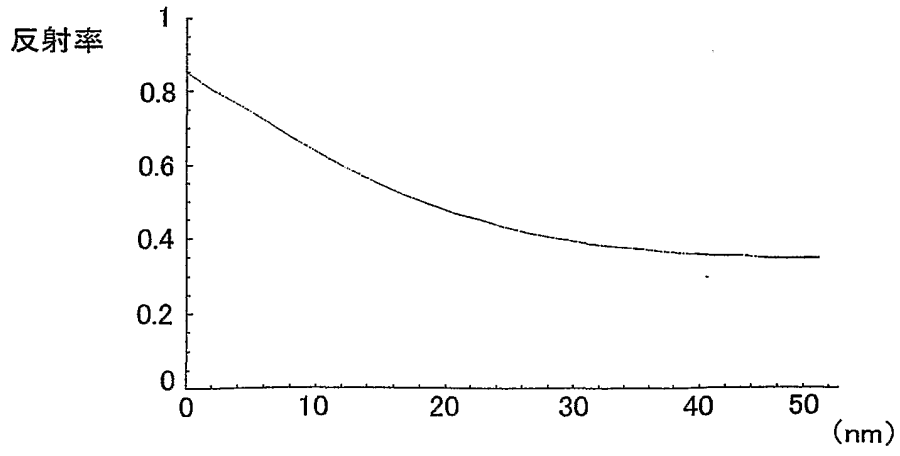
第３図

GaN/Ni/Agの反射率計算 （0度入射）

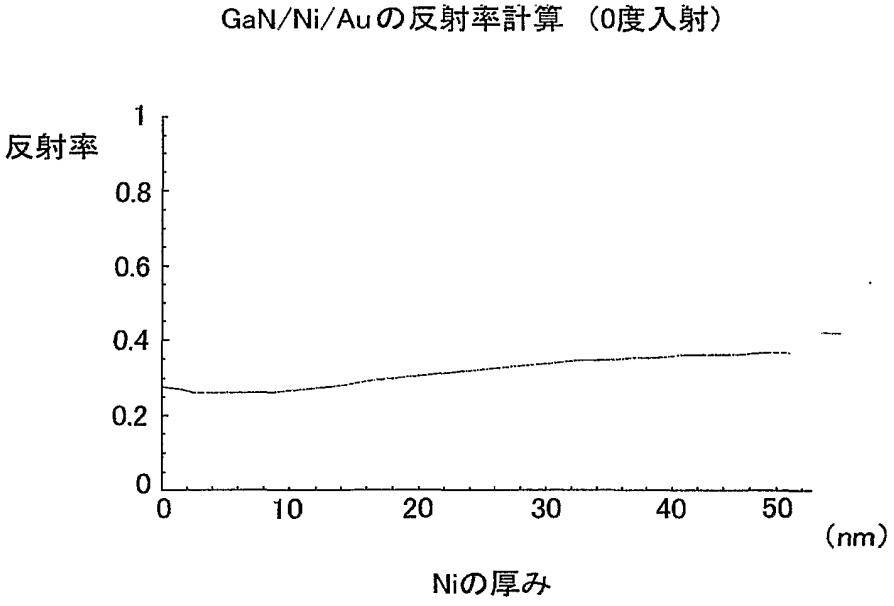


第４図

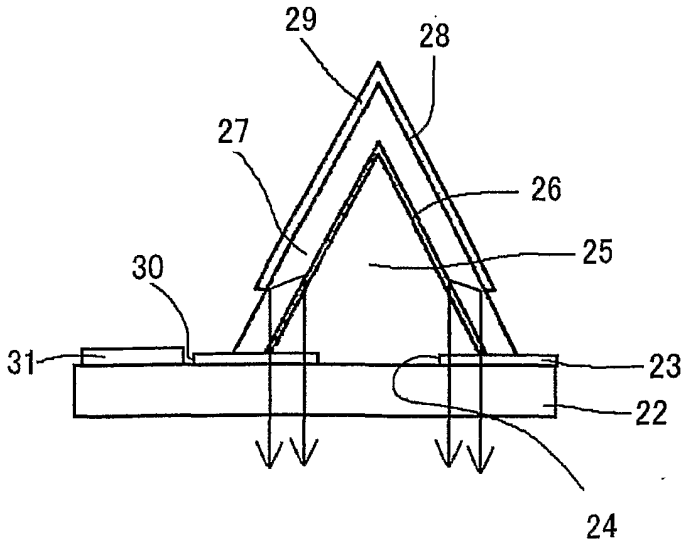
GaN/Ni/Alの反射率計算 （0度入射）



第５図


GaN/Ni/Auの反射率計算 （0度入射）
反射率
1
0.8
0.6
0.4
0.2
0
0
10
20
30
40
50
(nm)
Niの厚み

第６図


29
28
27
26
25
30
31
23
22
24

符号の説明

１１　サファイア基板

１２　ｎ型ＧａＮ層

１３　ＩｎＧａＮ活性層

１４　ｐ型ＧａＮ層

１５　ニッケル層

１６　ｐ側電極層

２２　下地成長層

２３　成長阻止膜

２５　ｎ型ＧａＮ層

２６　ＩｎＧａＮ活性層

２７　ｐ型ＧａＮ層

２８　ニッケル層

２９　ｐ側電極層

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP02/01134

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
Int.Cl[7] H01L33/00

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)
Int.Cl[7] H01L33/00

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho	1940-1996	Toroku Jitsuyo Shinan Koho	1994-2002
Kokai Jitsuyo Shinan Koho	1971-2002	Jitsuyo Shinan Toroku Koho	1996-2002

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)
JICST FILE(JOIS)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 11-191641 A (Matsushita Electronics Corp.), 13 July, 1999 (13.07.99), Par. Nos. [0045] to [0052]; Figs. 1 to 2 (Family: none)	1-4
A	JP 5-251738 A (Fujitsu Ltd.), 28 September, 1993 (28.09.93), Full text; all drawings (Family: none)	3
A	JP 6-188450 A (Sharp Corp.), 08 July, 1994 (08.07.94), Full text; all drawings (Family: none)	3

☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:
"A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
"E" earlier document but published on or after the international filing date
"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
"P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed
"T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art
"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search	Date of mailing of the international search report
26 April, 2002 (26.04.02)	21 May, 2002 (21.05.02)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office	Authorized officer
Facsimile No.	Telephone No.

Form PCT/ISA/210 (second sheet) (July 1998)

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.
PCT/JP02/01134

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
A	JP 9-199419 A (NEC Corp.), 31 July, 1997 (31.07.97), Full text; all drawings (Family: none)	2-4
A	JP 8-116093 A (Fujitsu Ltd.), 07 May, 1996 (07.05.96), Full text; all drawings (Family: none)	4

国際調査報告

国際出願番号　ＰＣＴ／ＪＰ０２／０１１３４

Ａ．　発明の属する分野の分類（国際特許分類（ＩＰＣ））

Ｉｎｔ．Ｃｌ⁷　　Ｈ０１Ｌ　３３／００

Ｂ．　調査を行った分野

調査を行った最小限資料（国際特許分類（ＩＰＣ））

Ｉｎｔ．Ｃｌ⁷　　Ｈ０１Ｌ　３３／００

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの

日本国実用新案公報	１９４０－１９９６年
日本国公開実用新案公報	１９７１－２００２年
日本国登録実用新案公報	１９９４－２００２年
日本国実用新案登録公報	１９９６－２００２年

国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）

ＪＩＣＳＴファイル（ＪＯＩＳ）

Ｃ．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
A	JP 11-191641 A（松下電子工業株式会社），1999.07.13 【0045】-【0052】，図１－２（ファミリーなし）	1-14
A	JP 5-251738 A（富士通株式会社），1993.09.28 全文，全図（ファミリーなし）	3
A	JP 6-188450 A（シャープ株式会社），1994.07.08 全文，全図（ファミリーなし）	3

☒ Ｃ欄の続きにも文献が列挙されている。　　☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

＊　引用文献のカテゴリー

「Ａ」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの

「Ｅ」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの

「Ｌ」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す）

「Ｏ」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献

「Ｐ」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願の日の後に公表された文献

「Ｔ」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの

「Ｘ」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの

「Ｙ」特に関連のある文献であって、当該文献と他の１以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの

「＆」同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 ２６．０４．０２	国際調査報告の発送日 21.05.02
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（ＩＳＡ／ＪＰ） 郵便番号１００－８９１５ 東京都千代田区霞が関三丁目４番３号	特許庁審査官（権限のある職員） 吉野　三寛　印　　２Ｋ　９０１０ 電話番号　０３－３５８１－１１０１　内線　３２５４

様式ＰＣＴ／ＩＳＡ／２１０（第２ページ）（１９９８年７月）

C（続き）．　関連すると認められる文献

引用文献のカテゴリー＊	引用文献名　及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する請求の範囲の番号
A	JP 9-199419 A（日本電気株式会社），1997.07.31 全文，全図（ファミリーなし）	2-4
A	JP 8-116093 A（富士通株式会社），1996.05.07 全文，全図（ファミリーなし）	4