

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 公表特許公報(A)

(11) 特許出願公表番号

特表2008-501234

(P2008-501234A)

(43) 公表日 平成20年1月17日(2008.1.17)

(51) Int. Cl.

H01L 33/00

(2006.01)

F I

H01L 33/00

C

テーマコード (参考)

5 F041

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 9 頁)

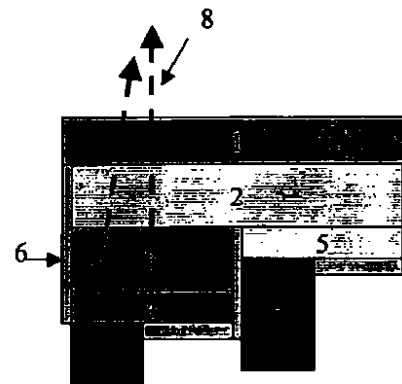
(21) 出願番号 特願2007-514282 (P2007-514282)
 (86) (22) 出願日 平成17年5月25日 (2005.5.25)
 (85) 翻訳文提出日 平成18年11月17日 (2006.11.17)
 (86) 国際出願番号 PCT/IB2005/051708
 (87) 国際公開番号 W02005/119798
 (87) 国際公開日 平成17年12月15日 (2005.12.15)
 (31) 優先権主張番号 04102423.3
 (32) 優先日 平成16年6月1日 (2004.6.1)
 (33) 優先権主張国 欧州特許庁 (EP)

(71) 出願人 590000248
 コーニンクレッカ フィリップス エレクトロニクス エヌ ヴィ
 オランダ国 5621 ペーアー アイン
 ドーフェン フルーネヴァウツウェッハ
 1
 (74) 代理人 100087789
 弁理士 津軽 進
 (74) 代理人 100114753
 弁理士 宮崎 昭彦
 (74) 代理人 100122769
 弁理士 笛田 秀仙
 (72) 発明者 ウォルフ ロナルド エム
 オランダ国 5656 アーアー アイン
 ドーフェン プロフ ホルストラーン 6
 最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 発光ダイオード

(57) 【要約】

本発明は、 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 又は SiC から成る半透明の基板と、この基板の第1の側に成長させた発光半導体材料から成る第1の層と、第1の電極及び第2の電極とを有する発光ダイオード (LED) であって、この基板が多結晶体である LED に関する。多結晶基板の平均粒径サイズは、好ましくは、LED の使用時に半導体材料によって発せられる光の波長と同じオーダーである。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

透光性の又は半透明の基板と、前記基板の第 1 の側に成長させた発光半導体材料から構成される第 1 の層と、第 1 の電極及び第 2 の電極とを有する発光ダイオードであって、前記基板が多結晶であることを特徴とする発光ダイオード。

【請求項 2】

前記基板が、多結晶 $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$ 又は多結晶 SiC である、請求項 1 に記載の発光ダイオード。

【請求項 3】

前記半導体材料が、窒化アルミニウム、窒化ガリウム、窒化インジウム又はこれらの窒化物 AlGaInN の組み合わせを有するグループから選択される、請求項 1 又は 2 に記載の発光ダイオード。 10

【請求項 4】

前記多結晶基板の平均粒径が、発光ダイオードの使用時に前記半導体材料によって発せられる光の波長の 2 倍を下回り、好ましくは、1.5 倍を下回り、より好ましくは、1.2 倍を下回る、請求項 1、2 又は 3 に記載の発光ダイオード。

【請求項 5】

前記多結晶基板の平均粒径が、400 nm を下回り、好ましくは、300 nm を下回り、より好ましくは、200 nm を下回る、請求項 1 乃至 4 の何れか一項に記載の発光ダイオード。 20

【請求項 6】

発光半導体材料から構成される前記第 1 の層が n 型である、請求項 1 乃至 5 の何れか一項に記載の発光ダイオード。

【請求項 7】

p 型の発光半導体材料から構成される第 2 の層が、前記 n 型層の上に成長される、請求項 6 に記載の発光ダイオード。

【請求項 8】

前記 p 型層が、前記 n 型層の表面の一部のみを覆う、請求項 7 に記載の発光ダイオード。

【請求項 9】

前記第 1 の電極が、前記 p 型層の表面に取り付けられ、前記第 2 の電極が、前記 n 型層の前記表面に取り付けられる、請求項 8 に記載の発光ダイオード。 30

【請求項 10】

透光性の又は半透明の基板が供給され、発光半導体材料から構成される第 1 の層が、前記基板の第 1 の側に成長され、第 1 の電極及び第 2 の電極が、発光ダイオードに取り付けられる当該発光ダイオードを作製する方法であって、前記基板が多結晶であることを特徴とする方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、透光性の又は半透明の基板と、この基板の第 1 の側に成長させた発光半導体材料から成る第 1 の層と、第 1 の電極及び第 2 の電極とを有する発光ダイオード (LED) に関する。 40

【背景技術】

【0002】

このような LED は、特開 2002-319708 号公報に記述される。従来技術では、GaN (窒化ガリウム) 又は他の誘導体のような半導体材料は、半導体材料の格子定数に比較的近い格子定数をもつサファイア (単結晶の $\alpha\text{-Al}_2\text{O}_3$) から成る基板上にエピタキシャル成長される。格子不整合が依然として大きいので、堆積された材料は、小さい (10~100 nm (ナノメートル)) 高品質のドメインを形成しがちであり、これら 50

は、互いに対してねじれ傾いている。高密度の転位は、近隣の微粒子間における方向のずれを調節 (accommodate, 緩和) する。GaNが高温で直接サファイアに堆積される場合、幾つかの粒子の優先的な成長のために、転位密度は非常に高く、表面形態は粗くなる。高温のGaN層に続いて、低温のGaN層が基板上に直接堆積される場合、この低温層は、高温薄膜のための核生成サイトを供給する。この低品質の低温層は、非常に大きい欠陥をもつので、高品質のGaNと基板との間における不整合のほとんどを調節し、より良好な高温のGaN薄膜をもたらす。このような低温層は、バッファ層と呼ばれることが多い。

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

10

【0003】

サファイアは、可視光を透過させる特性をもち、GaN格子定数に適度に整合するので、基板材料として使用される。但し、その格子不整合は、依然として、(ある方向において) 30%を上回る量に達する。サファイアの使用に関する問題は、その価格、及び基板を所望の形態に形作る際の困難さである。

【課題を解決するための手段】

【0004】

本発明によれば、この基板は、多結晶材料から作製され、好ましくは、多結晶 α -Al₂O₃ (アルミナ) 又はSiC (シリコンカーバイド: Silicon Carbide) から作製される。このような多結晶材料は、比較的安価なやり方で準備され、いかなる所望の形態にでも容易に形作られることができる。従来技術によれば、単結晶の材料のみが、半導体層を成長させるのに適した出発点を提供すると信じられていたのにもかかわらず、驚くべきことに、許容可能なn型及びp型の半導体層が、多結晶アルミナ又はSiCにおいても成長し得ることが分かった。更に、多結晶 α -Al₂O₃ 又はSiCの準備プロセスにより、基板に対する他のセラミック成分の組み合わせが可能になり、例えば、発光を操作することができるセラミックレンズ、又は高出力LEDにおけるヒートシンクとして使用されるべき高熱伝導率をもつセラミックス、金属若しくはサーメットなどが可能になる。

20

【0005】

この半導体材料は、窒化アルミニウム、窒化ガリウム、窒化インジウム又はこれらの窒化物 (AlGaInN) の組み合わせを有するグループから選択される。

30

【0006】

多結晶基板の平均粒径は、好ましくは、LEDの使用時に半導体材料によって発せられる光の波長の2倍を下回り、より好ましくは、1.5倍を下回り、より一層好ましくは、1.2倍を下回る。多結晶基板の平均粒径は、好ましくは、400nmを下回り、より好ましくは、300nmを下回り、より一層好ましくは、200nmを下回る。多結晶 α -Al₂O₃ 及びSiCは、多結晶材料の平均粒径サイズが光の波長と同等である場合、又は少なくとも多結晶材料の平均粒径サイズが約200nmを下回る場合に、透明である特性をもつ。

【0007】

発光半導体材料から成る第1の層は、好ましくは、n型であり、p型の発光半導体材料から成る第2の層は、好ましくは、このn型層の上に成長される。このp型層は、好ましくは、n型層の表面の一部のみを覆い、このような構成では、第1の電極が、p型層の表面に取り付けられ、第2の電極が、n型層の覆われていない表面に取り付けられることができる。ある実施形態では、p型層が、好ましくは、透光性のNi-Au (ニッケル-金) ベースの層によって形成され、この層は第1の電極の一部になり得る。このNi-Auベースの層は、正孔拡散層としてだけでなく、n型層との正孔注入接触部としての役割も果たす。更に、透光性のNi-Auベースの層によって形成されるLEDの前方側に光を反射させるために、好ましくは、ミラーが基板の第2の側に取り付けられる。他の実施形態では、第1の電極が、透光性基板によって形成されるLEDの前方側に光を反射させるミラーを形成する。

40

50

【0008】

本発明は、更に、透光性の又は半透明の基板が供給され、発光半導体材料から成る第1の層が、この基板の第1の側に成長され、第1の電極及び第2の電極が、LEDに取り付けられる当該発光ダイオード(LED)を作製する方法であって、この基板が多結晶体である方法にも関する。

【0009】

本発明は、図面を参照して実施形態の実施例によって示される。

【0010】

但し、本発明の範囲内に入る多くの異なる構造及び変形形態が可能である。

【発明を実施するための最良の形態】

10

【0011】

多結晶アルミナ(α -Al₂O₃)の準備自体は、「透明アルミナ：光散乱モデル」(J. Am., セラミックス協会、第86巻(第3号)、480~486ページ、2003年)という題名の文献に記述され、更に、国際公開第2004/007397号パンフレット及び国際公開第2004/007398号パンフレットにも記述され、これらの文献は本願明細書に参照によって組み込まれる。多結晶SiCの準備もそれ自体が知られており、本発明は多結晶アルミナが使用される実施例によって示されているけれども、多結晶SiCが同じように使用されてもよい。

【0012】

細かく(即ち、体積の平均直径が150nm以下の)及び十分にディスペンサブルな(dispensable)アルミナ微粒子から構成される粉末(例えば、大明化学工業のTM-DAR, 住友化学のAKP50)は、好ましくは、アルミナ微粒子のデアグロメレーション(例えば、湿式ボールミリング、超音波など)及び(例えば、硝酸(HNO₃)、ポリアクリル酸による)スタビライゼーションによって、水中に分散される。このアルミナ懸濁液は、(例えば、スリップキャストリング、ゲルキャストリングによって)予め決められた形状をもつ型に流し込まれ鑄造される。この成型技術は、非常に用途が広く、2次元及び3次元の複雑な形状の準備を可能にする。

【0013】

乾燥及び脱型後に、焼結温度を実質的に下回る温度で(好ましくは、焼結温度を下回る少なくとも500℃で)全ての望ましくない成分(例えば、スタビライザ)を取り除くために、多孔質アルミナ生成物が酸素内で焼成される。その後、この材料は、最終的に得られる密度が97%~98%の間にあるような温度で、適切な焼結雰囲気(例えば、湿式水素、酸素)において焼結される。プロセスパラメータに依存して、上記温度は1150℃~1300℃の範囲に及ぶ。焼結後、残余の多孔性は、焼結温度の既述された範囲を僅かに下回るか、又は上記の範囲に等しい温度であって、100℃を下回らない温度で、(好ましくは、100MPa(メガパスカル)を上回る)適切な高圧下において、等温の熱間等方圧プレス(isothermal hot isostatic pressing)によって取り除かれる。

【0014】

結果として生じる生成物は半透明であり、使用されるプロセスに依存して0.3~0.8ミクロンにわたる平均粒径によって特徴づけられる。しかしながら、この生成物は、例えば、脱型プロセスのために、依然として粗い。従って、この生成物は、その材料の表面における光の散漫散乱が無視できるほどになるまで、機械的に又は化学機械的に研磨される必要がある。この度合いは、5~10nmの範囲にあるR_aに該当する。代替例として、この生成物は、焼成プロセス後に懸濁コーティング又はスプレーされてもよく、それによって、面倒な研磨プロセスを不要にする。研磨ステップ時にもたらされた表面アーチファクトを除去するために、結果的に得られた研磨された透明材料を熱的にエッチングすることが好ましい場合もある。熱的エッチング動作のための温度は、適用された焼結温度を下回る0℃~150℃の範囲にあるべきである。

【0015】

その後、予め形成された半透明の多結晶アルミナ基板は、GaNのような半電導性の発

50

光材料を堆積させるためにダイとして使用され、この材料が発光ダイオード（LED）において使用される。この堆積プロセスは、2つの堆積モード、（例えば、500℃の温度における）低温堆積モード及び（例えば、1000℃の温度における）高温堆積モードから構成される。低温で堆積された材料は、不十分な結晶品質及び高い不純物濃度（例えば、酸素及び炭素）をもち、GaNデバイス品質をもたない。このような材料は、バッファ層として使用される。1000℃で成長させたGaN薄膜は、たとえ意図的なドーピングを施さなくても、通常、約 10^{16} cm^{-3} の非常に僅かな不純物濃度をもつ（nは、低い 10^{17} cm^{-3} 濃度範囲にある）。

【0016】

図1及び図2は、上述されたプロセスによって準備されたLEDの2つの実施形態の断面図であり、ここで、LEDは、n型のGaN半導体層2が成長される多結晶アルミナ基板1を有している。p型のGaN半導体層3は、n型層2の表面の一部の上に成長される。このp型層は第1の電極4によって覆われ、n型層2の残りの表面は第2の電極5によって覆われる。双方の電極4、5は、十分な電流拡散を供給するのに適している材料、例えば、Ni-Auから、更に、n型及びp型の半導体材料との適切な電氣的接触を可能にする材料から、それぞれ、作製される。必要に応じて、このLEDは、絶縁層6によって覆われる。ソルダーバンプ7が、サブマウント部（sub-mount）に置かれ得る電源の端末への接続のために、各々の電極4、5に取り付けられている。

【0017】

各図面において、LEDの発光の経路は、矢印8によって示される。

【0018】

図1の実施形態では、p型層3によって発せられた光が、LEDの前方側に向かって電極4によって反射されるように、第1の電極4はミラーとしての役割を果たす。この前方側は、半透明基板1によって形成される。

【0019】

図2の実施形態では、p型層3によって発せられた光が、LEDの前方側に向かってミラー9によって反射されるように、ミラー9は基板1の反対側に取り付けられている。この前方側は、第1の電極4の薄い半透明層によって形成される。

【図面の簡単な説明】

【0020】

【図1】LEDの第1の実施形態の概略的な断面図である。

【図2】LEDの第2の実施形態の概略的な断面図である。

10

20

30

【図 1】

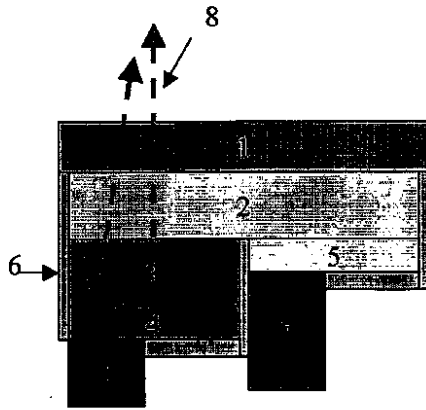


FIG. 1

【図 2】

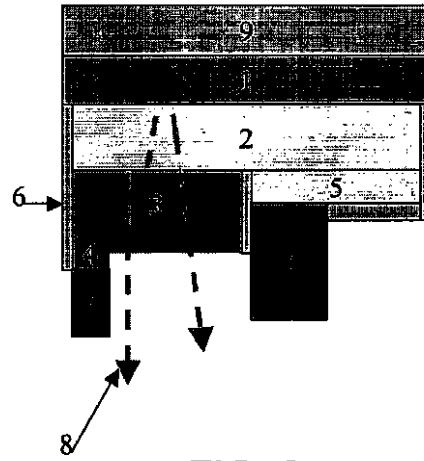


FIG. 2

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		Intern. Application No. PCT/IB2005/051708
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER 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) H01L		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used) EPO-Internal, PAJ, WPI Data		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004/094774 A1 (STEIGERWALD DANIEL A ET AL) 20 May 2004 (2004-05-20) paragraphs '0025!', '0028!'; figure 2	1-3,6-10
A	US 6 288 417 B1 (NICKEL NORBERT H ET AL) 11 September 2001 (2001-09-11) the whole document	1-3,6-10
A	EP 1 053 983 A (NGK SPARK PLUG COMPANY LIMITED) 22 November 2000 (2000-11-22) paragraph '0053!'; figure 6(b); tables 1,2	4,5
☐ Further documents are listed in the continuation of box C. ☒ Patent family members are listed in 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. *G* document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 21 November 2005		Date of mailing of the international search report 30/11/2005
Name and mailing address of the ISA European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Kenevey, K

INTERNATIONAL SEARCH REPORT
 Information on patent family members

Intern Application No
 PCT/IB2005/051708

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 2004094774 A1	20-05-2004	NONE	
US 6288417 B1	11-09-2001	NONE	
EP 1053983 A	22-11-2000	CA 2308933 A1 US 6417127 B1	19-11-2000 09-07-2002

フロントページの続き

(81)指定国 AP(BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW), EA(AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM), EP(AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE, IS, IT, LT, LU, MC, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR), OA(BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG), AE, AG, AL, AM, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KP, KR, KZ, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LV, MA, MD, MG, MK, MN, MW, MX, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, YU, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 ファン ブルッヘン ミヘル ピー ビー

オランダ国 5 6 5 6 アーアー アインドーフエン プロフ ホルストラーン 6

Fターム(参考) 5F041 CA40