

(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2010-510658

(P2010-510658A)

(43) 公表日 平成22年4月2日(2010.4.2)

(51) Int.Cl.		F I		テーマコード (参考)
HO 1 L 33/48	(2010.01)	HO 1 L 33/00	4 0 0	5 F 0 4 1
HO 1 L 33/32	(2010.01)	HO 1 L 33/00	1 8 6	

審査請求 未請求 予備審査請求 未請求 (全 23 頁)

(21) 出願番号 特願2009-537202 (P2009-537202)
 (86) (22) 出願日 平成19年11月15日 (2007.11.15)
 (85) 翻訳文提出日 平成21年5月12日 (2009.5.12)
 (86) 国際出願番号 PCT/US2007/023968
 (87) 国際公開番号 W02008/060584
 (87) 国際公開日 平成20年5月22日 (2008.5.22)
 (31) 優先権主張番号 60/866,025
 (32) 優先日 平成18年11月15日 (2006.11.15)
 (33) 優先権主張国 米国 (US)

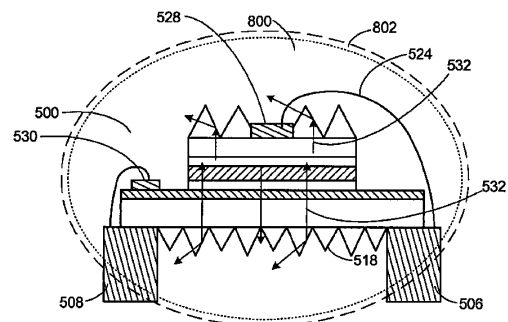
(71) 出願人 592130699
 ザ リージェンツ オブ ザ ユニバーシ
 ティ オブ カリフォルニア
 The Regents of The
 University of Calif
 ornia
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 94
 607 オークランド フランクリン ス
 トリート 1111 トゥエルフス フロ
 ア
 (71) 出願人 503360115
 独立行政法人科学技術振興機構
 埼玉県川口市本町四丁目1番8号
 (74) 代理人 100089635
 弁理士 清水 守

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 光取り出し効率の高い球形LED

(57) 【要約】

本発明は、光電子応用分野におけるLEDの光取り出しに関するものである。より具体的には、本発明は、高効率(A1, Ga, In)Nに基づいた発光ダイオードの応用のための最適化された光学系と組み合わせた(A1, Ga, In)Nとその作製方法に関する。更なる延長として、成形された屈折率の高い光取り出し材料と球形成形物との一般的な組み合わせに関する。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

少なくとも第 1 の発光波長で光を放出する LED チップと、
前記 LED チップを取り囲むほぼ球形のパッケージとを備えた発光ダイオード (LED)。

【請求項 2】

前記 LED チップは、前記パッケージのほぼ中心に位置づけられることを特徴とする請求項 1 に記載の LED。

【請求項 3】

前記パッケージは、前記 LED チップの前記発光波長で透明な材料から作られていることを特徴とする請求項 1 に記載の LED。 10

【請求項 4】

透明な導電体層が、前記 LED の p 型 AlGaInN 層上に配置されることを特徴とする請求項 1 に記載の LED。

【請求項 5】

前記透明な導電体層は、酸化インジウム錫 (ITO) および酸化亜鉛 (ZnO) を含むグループの中から選択された材料から出来ていることを特徴とする請求項 4 に記載の LED。

【請求項 6】

前記透明な導電体層の表面は粗面であることを特徴とする請求項 4 に記載の LED。 20

【請求項 7】

前記透明な導電体層の前に、前記電流拡散層が成膜されることを特徴とする請求項 4 に記載の LED。

【請求項 8】

前記電流拡散層は、SiO₂、SiN、または他の絶縁性材料を含むグループの中から選択された材料から作られていることを特徴とする請求項 7 に記載の LED。

【請求項 9】

前記 LED チップの少なくとも一つの表面は粗面であることを特徴とする請求項 1 に記載の LED。

【請求項 10】

前記 LED チップは、前記 LED チップの複数の側面から光を放出することを特徴とする請求項 1 に記載の LED。 30

【請求項 11】

前記 LED チップは、サファイヤ基板の裏側が粗面であることを特徴とする前記サファイヤ基板上に作製されることを特徴とする請求項 1 に記載の LED。

【請求項 12】

前記パッケージに結合した蛍光剤層を更に含み、前記蛍光剤層は、前記 LED チップから遠くに配置されていることを特徴とする請求項 1 に記載の LED。

【請求項 13】

前記 LED チップはリード・フレームに取り付けられ、前記リード・フレームは前記 LED チップの反対方向からの光の放出が出来るようになっていることを特徴とする請求項 1 に記載の LED。 40

【請求項 14】

前記 LED チップは、(Al, Ga, In)N 材料系、(Al, Ga, In)As 材料系、(Al, Ga, In)P 材料系、(Al, Ga, In)AsPNSb 材料系、ZnGeN₂ 材料系、および ZnSnGeN₂ 材料系を含むグループの中から選択された材料から作られていることを特徴とする請求項 1 に記載の LED。

【請求項 15】

前記 LED チップと光学的に結合した鏡を更に備え、前記 LED チップの片側から放出される光が、前記 LED チップの他の側から放出される光とほぼ方向が合うように反射さ 50

れることを特徴とする請求項 10 に記載の LED。

【請求項 16】

活性層と、第 1 の方向への光の放出のために繊維模様のついた表面層とを備えた III 族窒化物ベースの発光源と、

前記繊維模様のついた表面層とは反対側にあつて、前記第 1 の方向とはほぼ反対の第 2 の方向への光の放出のための第 2 の表面層と、

前記 III 族窒化物ベースの発光源を取り囲む封止材料であつて、前記封止材料は、ほぼ球形であり、前記封止材料の直径は、前記 III 族窒化物ベースの発光源の幅よりもかなり大きいことを特徴とする封止材料とを備えた発光ダイオード (LED)。

【請求項 17】

前記第 2 の表面層には繊維模様がついていることを特徴とする請求項 16 に記載の LED。

【請求項 18】

前記封止材料と結合した蛍光剤層を更に備え、前記 LED から放出された光が、前記蛍光剤を励起することを特徴とする請求項 17 に記載の LED。

【請求項 19】

前記活性層と結合した透明な導電性の層を更に備え、前記活性層は、前記透明な導電性の層を通して光を放出することを特徴とする請求項 16 に記載の LED。

【請求項 20】

前記透明な導電性の層は、酸化インジウム錫と酸化亜鉛を含むグループの中から選択された材料から作られていることを特徴とする請求項 19 に記載の LED。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

関連出願の相互参照

本出願は、米国特許法第 119 条 (e) 項に基づいて、本発明の譲受人に譲渡された同時係属中の、スティーブン・P・デンバース (Steven P. DenBaars) による、米国特許仮出願第 60/866,025 号、出願日 2006 年 11 月 15 日、発明の名称「光取り出し効率の高い球形 LED (HIGH LIGHT EXTRACTION EFFICIENCY SPHERE LED)」の優先権を主張し、該出願を参照により本明細書に組み込む。

【0002】

本出願は、本発明の譲受人に譲渡された以下の同時係属中の出願に関する。

【0003】

テツオ・フジイ (Tetsuo Fujii)、ヤン・ガオ (Yan Gao)、イーブリン・L・フー (Evelyn L. Hu)、およびシュウジ・ナカムラ (Shuji Nakamura) による、米国特許出願第 10/581,940 号、出願日 2006 年 6 月 7 日、発明の名称「表面粗化による高効率窒化ガリウムベース発光ダイオード (HIGHLY EFFICIENT GALLIUM NITRIDE BASED LIGHT EMITTING DIODES VIA SURFACE ROUGHENING)」、代理人整理番号 30794.108-US-WO(2004-063)。該出願は米国特許法第 365 条 (c) 項に基づいて次の出願の優先権を主張する。

【0004】

テツオ・フジイ、ヤン・ガオ、イーブリン・L・フー、およびシュウジ・ナカムラによる、PCT 特許出願第 US2003/03921 号、出願日 2003 年 12 月 9 日、発明の名称「表面粗化による高効率窒化ガリウムベース発光ダイオード (HIGHLY EFFICIENT GALLIUM NITRIDE BASED LIGHT EMITTING DIODES VIA SURFACE ROUGHENING)」、代理人整理番号 30794.108-WO-01(2004-063)。

【0005】

10

20

30

40

50

ラジャット・シャーマ (Rajat Sharma)、P. モルガン・パチソン (P. Morgan Pattison)、ジョン・F. ケディング (John F. Kaeding)、およびシュウジ・ナカムラによる、米国特許出願第 11/054,271 号、出願日 2005 年 2 月 9 日、発明の名称「半導体発光デバイス (SEMICONDUCTOR LIGHT EMITTING DEVICE)」、代理人整理番号 30794.112-US-01 (2004-208)。

【0006】

村井 章彦 (Akihiko Murai)、リー・マッカーシー (Lee McCarthy)、ウメシュ・K. ミシュラ (Umesh K. Mishra)、およびスティーブン・P. デンバーズによる、米国特許出願第 11/175,761 号、出願日 2005 年 7 月 6 日、発明の名称「オプトエレクトロニクス応用のための (Al, In, Ga) N および Zn の (S, Se) のウェハボンディング方法 (METHOD FOR WAFER BONDING (Al, In, Ga) N and Zn (S, Se) FOR OPTOELECTRONICS APPLICATIONS)」、代理人整理番号 30794.116-US-U1 (2004-455)。該出願は米国特許法第 119 条 (e) 項に基づいて次の出願の利益を主張する。

10

【0007】

村井 章彦、リー・マッカーシー、ウメシュ・K. ミシュラ、およびスティーブン・P. デンバーズによる、米国特許仮出願第 60/585,673 号、出願日 2004 年 7 月 6 日、発明の名称「オプトエレクトロニクス応用のための (Al, In, Ga) N および Zn (S, Se) のウェハボンディングの方法 (METHOD FOR WAFER BONDING (Al, In, Ga) N and Zn (S, Se) FOR OPTOELECTRONIC APPLICATIONS)」、代理人整理番号 30794.116-US-P1 (2004-455-1)。

20

【0008】

クロード・C. A. ワイズバッシュ (Claude C. A. Weisbuch)、オーレリアン・J. F. デーヴィッド (Aurelien J. F. David)、ジェームス・S. スペック (James S. Speck)、およびスティーブン・P. デンバーズによる、米国特許出願第 11/067,957 号、出願日 2005 年 2 月 28 日、発明の名称「パターン化された基板上的成長による、水平放出、垂直放出、ビーム成形、分布帰還型 (DFB) レーザ (HORIZONTAL EMITTING, VERTICAL EMITTING, BEAM SHAPED, DISTRIBUTED FEEDBACK (DFB) LASERS BY GROWTH OVER A PATTERNED SUBSTRATE)」、代理人整理番号 30794.121-US-01 (2005-144-1)。

30

【0009】

クロード・C. A. ワイズバッシュ、オーレリアン・J. F. デーヴィッド、ジェームス・S. スペック、およびスティーブン・P. デンバーズによる、米国特許出願第 11/923,414 号、出願日 2007 年 10 月 24 日、発明の名称「パターン化された基板上的成長による、単一および多色高効率発光ダイオード (LED) (SINGLE OR MULTI-COLOR HIGH EFFICIENCY LIGHT EMITTING DIODE (LED) BY GROWTH OVER A PATTERNED SUBSTRATE)」、代理人整理番号 30794.122-US-C1 (2005-145-2)。該出願は次の出願の継続出願である。

40

【0010】

クロード・C. A. ワイズバッシュ、オーレリアン・J. F. デーヴィッド、ジェームス・S. スペック、およびスティーブン・P. デンバーズによる、米国特許第 7,291,864 号、発行日 2007 年 11 月 6 日、発明の名称「パターン化された基板上的成長による、単一および多色高効率発光ダイオード (LED) (SINGLE OR MULTI-COLOR HIGH EFFICIENCY LIGHT EMITTING

50

DIODE (LED) BY GROWTH OVER A PATTERNED SUBSTRATE)」、代理人整理番号30794.122-US-01(2005-145-1)。

【0011】

オーレリアン・J・F・デーヴィッド、クロード・C・A・ワイズバッシュ、およびステーブ・P・デンバーによる、米国特許出願第11/067,956号、出願日2005年2月28日、発明の名称「最適化されたフォトリソグラフィック結晶引き出し器を有する高効率発光ダイオード(LED)(HIGH EFFICIENCY LIGHT EMITTING DIODE (LED) WITH OPTIMIZED PHOTONIC CRYSTAL EXTRACTOR)」、代理人整理番号30794.126-US-01(2005-198-1)。

10

【0012】

ジェームス・S・スペック、トロイ・J・ベーカー(Troy J. Baker)、およびベンジャミン・A・ハスケル(Benjamin A. Haskell)による、米国特許出願第11/403,624号、出願日2006年4月13日、発明の名称「自立(AL, IN, GA)Nウェーハ製作のためのウェーハ分離技術(WAFER SEPARATION TECHNIQUE FOR THE FABRICATION OF FREE-STANDING (AL, IN, GA)N WAFERS)」、代理人整理番号30794.131-US-U1(2005-482-2)。該出願は米国特許法第119条(e)項に基づいて次の出願の利益を主張する。

20

【0013】

ジェームス・S・スペック、トロイ・J・ベーカー、およびベンジャミン・A・ハスケルによる、米国特許仮出願第60/670,810号、出願日2005年4月13日、発明の名称「自立(AL, IN, GA)Nウェーハ製作のためのウェーハ分離技術(WAFER SEPARATION TECHNIQUE FOR THE FABRICATION OF FREE-STANDING (AL, IN, GA)N WAFERS)」、代理人整理番号30794.131-US-P1(2005-482-1)。

【0014】

ジェームス・S・スペック、ベンジャミン・A・ハスケル、P・モルガン・パチソン、およびトロイ・J・ベーカーによる、米国特許出願第11/403,288号、出願日2006年4月13日、発明の名称「(AL, IN, GA)N薄層を作製するためのエッチング技術(ETCHING TECHNIQUE FOR THE FABRICATION OF THIN (AL, IN, GA)N LAYERS)」、代理人整理番号30794.132-US-U1(2005-509-2)。該出願は米国特許法第119条(e)項に基づいて次の出願の利益を主張する。

30

【0015】

ジェームス・S・スペック、ベンジャミン・A・ハスケル、P・モルガン・パチソン、およびトロイ・J・ベーカーによる、米国特許仮出願第60/670,790号、出願日2005年4月13日、発明の名称「(AL, IN, GA)N薄層を作製するためのエッチング技術(ETCHING TECHNIQUE FOR THE FABRICATION OF THIN (AL, IN, GA)N LAYERS)」、代理人整理番号30794.132-US-P1(2005-509-1)。

40

【0016】

村井 章彦、クリスティーナ・イエ・チェン(Christina Ye Chen)、ダニエル・B・トンプソン(Daniel B. Thompson)、リー・S・マッカーシー、ステーブ・P・デンバー、シュウジ・ナカムラ、およびウメシュ・K・ミシュラによる、米国特許出願第11/454,691号、出願日2006年6月16日、発明の名称「光電子応用のための(AL, Ga, In)NおよびZnOの直接ウェーハ・ボンディング構造とその作製方法((AL, Ga, In)N AND ZnO DIRECT WAFER BONDING STRUCTURE FOR OPTOELEC

50

TRONIC APPLICATIONS AND ITS FABRICATION METHOD)」、代理人整理番号30794.134-US-U1(2005-536-4)。該出願は米国特許法第119条(e)項に基づいて次の出願の利益を主張する。

【0017】

村井 章彦、クリスティーナ・イエ・チェン、リー・S・マッカーシー、スティーブン・P・デンバーズ、シュウジ・ナカムラ、およびウメシュ・K・ミシュラによる、米国特許仮出願第60/691,710号、出願日2005年6月17日、発明の名称「光電子応用のための(Al, Ga, In)NおよびZnOの直接ウェーハ・ボンディング構造とその作製方法((Al, Ga, In)N AND ZnO DIRECT WAFER BONDING STRUCTURE FOR OPTOELECTRONIC APP 10
LICATIONS AND ITS FABRICATION METHOD)」、代理人整理番号30794.134-US-P1(2005-536-1)。

【0018】

村井 章彦、クリスティーナ・イエ・チェン、ダニエル・B・トンプソン、リー・S・マッカーシー、スティーブン・P・デンバーズ、シュウジ・ナカムラ、およびウメシュ・K・ミシュラによる、米国特許仮出願第60/732,319号、出願日2005年11月1日、発明の名称「光電子応用のための(Al, Ga, In)NおよびZnOの直接ウェーハ・ボンディング構造とその作製方法((Al, Ga, In)N AND ZnO DIRECT WAFER BONDING STRUCTURE FOR OPTOE 20
LECTRONIC APPLICATIONS AND ITS FABRICATI
ON METHOD)」、代理人整理番号30794.134-US-P2(2005-536-2)、および、

村井 章彦、クリスティーナ・イエ・チェン、ダニエル・B・トンプソン、リー・S・マッカーシー、スティーブン・P・デンバーズ、シュウジ・ナカムラ、およびウメシュ・K・ミシュラによる、米国特許仮出願第60/764,881号、出願日2006年2月3日、発明の名称「光電子応用のための(Al, Ga, In)NおよびZnOの直接ウェーハ・ボンディング構造とその作製方法((Al, Ga, In)N AND ZnO D 30
IRECT WAFER BONDING STRUCTURE FOR OPTOEL
ECTRONIC APPLICATIONS AND ITS FABRICATIO
N METHOD)」、代理人整理番号30794.134-US-P3(2005-5
36-3)。

【0019】

フレデリック・S・ダイアナ(Frederic S. Diana)、オーレリアン・J・F・デーヴィッド、ピエール・M・ペトロフ(Pierre M. Petroff)、およびクロード・C・A・ワイズパッシュによる、米国特許出願第11/251,365号、出願日2005年10月14日、発明の名称「多色発光デバイスの効率的な光取り出しと変換のためのフォトニック構造(PHOTONIC STRUCTURES FO 40
R EFFICIENT LIGHT EXTRACTION AND CONVERS
ION IN MULTI-COLOR LIGHT EMITTING DEVICE
S)」、代理人整理番号30794.142-US-01(2005-534-1)。

【0020】

クロード・C・A・ワイズパッシュおよびシュウジ・ナカムラによる、米国特許出願第11/633,148号、出願日2006年12月4日、発明の名称「多数回のオーバーグロース法でパターン化された基板上への成長により作製された改良型の水平放出、垂直放出、ビーム成型形、分布帰還(DFB)レーザ(IMPROVED HORIZONTAL EMITTING, VERTICAL EMITTING, BEAM SHAPE 50
D, DISTRIBUTED FEEDBACK(DFB) LASERS FABRI
CATED BY GROWTH OVER A PATTERNED SUBSTRA
TE WITH MULTIPLE OVERGROWTH)」、代理人整理番号307
94.143-US-U1(2005-721-2)。該出願は米国特許法第119条(

e) 項に基づいて次の出願の利益を主張する。

【0021】

クロード・C・A・ワイズパッシュおよびシュウジ・ナカムラによる、米国特許仮出願第60/741,935号、出願日2005年12月2日、発明の名称「多数回のオーバークロス法でパターン化された基板上への成長により作製された改良型の水平放出、垂直放出、ビーム成型形、分布帰還(DFB)レーザ(IMPROVED HORIZONTAL EMITTING, VERTICAL EMITTING, BEAM SHAPED, DISTRIBUTED FEEDBACK(DFB) LASERS FABRICATED BY GROWTH OVER A PATTERNED SUBSTRATE WITH MULTIPLE OVERGROWTH)」、代理人整理番号30794.143-US-P1(2005-721-1)。

10

【0022】

スティーブン・P・デンバーズ、シュウジ・ナカムラ、増井 久志(Hisashi Masui)、ナタリー・N・フェローズ(Natalie N. Fellows)、および村井 章彦による、米国特許出願第11/593,268号、出願日2006年11月6日、発明の名称「光取り出し効率の高い発光ダイオード(LED)(HIGH LIGHT EXTRACTION EFFICIENCY LIGHT EMITTING DIODE(LED))」、代理人整理番号30794.161-US-U1(2006-271-2)。該出願は米国特許法第119条(e)項に基づいて次の出願の利益を主張する。

20

【0023】

スティーブン・P・デンバーズ、シュウジ・ナカムラ、増井 久志、ナタリー・N・フェローズ、および村井 章彦による、米国特許仮出願第60/734,040号、出願日2005年11月4日、発明の名称「光取り出し効率の高い発光ダイオード(LED)(HIGH LIGHT EXTRACTION EFFICIENCY LIGHT EMITTING DIODE(LED))」、代理人整理番号30794.161-US-P1(2006-271-1)。

【0024】

スティーブン・P・デンバーズ、シュウジ・ナカムラ、およびジェームス・S・スペックによる、米国特許出願第11/608,439号、出願日2006年12月8日、発明の名称「高効率発光ダイオード(LED)(HIGH EFFICIENCY LIGHT EMITTING DIODE(LED))」、代理人整理番号30794.164-US-U1(2006-318-3)。該出願は米国特許法第119条(e)項に基づいて次の出願の利益を主張する。

30

【0025】

スティーブン・P・デンバーズ、シュウジ・ナカムラ、およびジェームス・S・スペックによる、米国特許仮出願第60/748,480号、出願日2005年12月8日、発明の名称「高効率発光ダイオード(LED)(HIGH EFFICIENCY LIGHT EMITTING DIODE(LED))」、代理人整理番号30794.164-US-P1(2006-318-1)、および、

40

スティーブン・P・デンバーズ、シュウジ・ナカムラ、およびジェームス・S・スペックによる、米国特許仮出願第60/764,975号、出願日2006年2月3日、発明の名称「高効率発光ダイオード(LED)(HIGH EFFICIENCY LIGHT EMITTING DIODE(LED))」、代理人整理番号30794.164-US-P2(2006-318-2)。

【0026】

ホン・ゾーン(Hong Zhong)、ジョン・F・ケディング(John F. Kaeding)、ラジャット・シャーマ(Rajat Sharma)、ジェームス・S・スペック、スティーブン・P・デンバーズ、およびシュウジ・ナカムラによる、米国特許出願第11/676,999号、出願日2007年2月20日、発明の名称「半極性

50

(Al, In, Ga, B)N光電子デバイスの成長方法(METHOD FOR GROWTH OF SEMIPOLAR (Al, In, Ga, B)N OPTOELECTRONIC DEVICES)」、代理人整理番号30794.173-US-U1(2006-422-2)。該出願は米国特許法第119条(e)項に基づいて次の出願の利益を主張する。

【0027】

ホン・ゾーン、ジョン・F・ケディング、ラジャット・シャーマ、ジェームス・S・スペック、スティーブン・P・デンバーズ、およびシュウジ・ナカムラによる、米国特許仮出願第60/774,467号、出願日2006年2月17日、発明の名称「半極性(AI, In, Ga, B)N光電子デバイスの成長方法(METHOD FOR GROWTH OF SEMIPOLAR (Al, In, Ga, B)N OPTOELECTRONICS DEVICES)」、代理人整理番号30794.173-US-P1(2006-422-1)。

10

【0028】

オーレリアン・J・F・デーヴィッド、クロード・C・A・ワイズバッシュ、およびスティーブン・P・デンバーズによる、米国特許出願第xx/xxx,xxx号、出願日2007年11月15日、発明の名称「複数の取り出し器を通した光取り出し効率の高い発光ダイオード(LED)(HIGH LIGHT EXTRACTION EFFICIENCY LIGHT EMITTING DIODE(LED) THROUGH MULTIPLE EXTRACTORS)」、代理人整理番号30794.191-US-U1(2007-047-3)。該出願は米国特許法第119条(e)項に基づいて次の出願の利益を主張する。

20

【0029】

オーレリアン・J・F・デーヴィッド、クロード・C・A・ワイズバッシュ、およびスティーブン・P・デンバーズによる、米国特許仮出願第60/866,014号、出願日2006年11月15日、発明の名称「複数の取り出し器を通した光取り出し効率の高い発光ダイオード(LED)(HIGH LIGHT EXTRACTION EFFICIENCY LIGHT EMITTING DIODE(LED) THROUGH MULTIPLE EXTRACTORS)」、代理人整理番号30794.191-US-P1(2007-047-1)、および

30

オーレリアン・J・F・デーヴィッド、クロード・C・A・ワイズバッシュ、およびスティーブン・P・デンバーズによる、米国特許仮出願第60/883,977号、出願日2007年1月8日、発明の名称「複数の取り出し器を通した光取り出し効率の高い発光ダイオード(LED)(HIGH LIGHT EXTRACTION EFFICIENCY LIGHT EMITTING DIODE(LED) THROUGH MULTIPLE EXTRACTORS)」、代理人整理番号30794.191-US-P2(2007-047-2)。

【0030】

クロード・C・A・ワイズバッシュ、ジェームス・S・スペック、およびスティーブン・P・デンバーズによる、米国特許出願第xx/xxx,xxx号、出願日2007年11月15日、発明の名称「屈折率整合構造による高効率、白色、単一または多色LED(HIGH EFFICIENCY WHITE, SINGLE OR MULTI-COLOUR LED BY INDEX MATCHING STRUCTURES)」、代理人整理番号30794.196-US-U1(2007-114-2)。該出願は米国特許法第119条(e)項に基づいて次の出願の利益を主張する。

40

【0031】

クロード・C・A・ワイズバッシュ、ジェームス・S・スペック、およびスティーブン・P・デンバーズによる、米国特許仮出願第60/866,026号、出願日2006年11月15日、発明の名称「屈折率整合構造による高効率、白色、単一または多色LED(HIGH EFFICIENCY WHITE, SINGLE OR MULTI-C

50

COLOUR LED BY INDEX MATCHING STRUCTURES)」
、代理人整理番号30794.196-US-P1(2007-114-1)。

【0032】

オーレリアン・J・F・デーヴィッド、クロード・C・A・ワイズバッシュ、スティーブン・P・デンバーズ、およびステシア・ケラー(Stacia Keller)による、米国特許出願第xx/xxx,xxx号、出願日は本出願と同日、発明の名称「構造化材料中に発光体を有する光取り出し効率の高い発光ダイオード(LED)(HIGH LIGHT EXTRACTION EFFICIENCY LIGHT EMITTING DIODE(LED) WITH EMITTERS WITHIN STRUCTURED MATERIALS)」、代理人整理番号30794.197-US-U1(2007-113-2)。該出願は米国特許法第119条(e)項に基づいて次の出願の利益を主張する。

10

【0033】

オーレリアン・J・F・デーヴィッド、クロード・C・A・ワイズバッシュ、スティーブン・P・デンバーズ、およびステシア・ケラーによる、米国特許仮出願第xx/xxx,xxx号、出願日は本出願と同日、発明の名称「構造化材料中に発光体を有する光取り出し効率の高い発光ダイオード(LED)(HIGH LIGHT EXTRACTION EFFICIENCY LIGHT EMITTING DIODE(LED) WITH EMITTERS WITHIN STRUCTURED MATERIALS)」、代理人整理番号30794.197-US-P1(2007-113-1)。

20

【0034】

イーブリン・L・フー、シュウジ・ナカムラ、ヨン・ショク・チョイ(Yong Seok Choi)、ラジャット・シャーマ、およびチョーファー・ワン(Chiou-Fu Wang)による、米国特許出願第xx/xxx,xxx号、出願日2007年11月15日、発明の名称「光電気化学的(PEC)エッチングにより製作された空気ギャップ付きIII族窒化物デバイスの構造的完全性のためのイオンビーム処理(ION BEAM TREATMENT FOR THE STRUCTURAL INTEGRITY OF AIR-GAP III-NITRIDE DEVICES PRODUCED BY PHOTOELECTROCHEMICAL(PEC) ETCHING)」、代理人整理番号30794.201-US-U1(2007-161-2)。該出願は米国特許法第119条(e)項に基づいて次の出願の利益を主張する。

30

【0035】

イーブリン・L・フー、シュウジ・ナカムラ、ヨン・ショク・チョイ、ラジャット・シャーマ、およびチョーファー・ワンによる、米国特許仮出願第60/866,027号、出願日2006年11月15日、発明の名称「光電気化学的(PEC)エッチングにより製作された空気ギャップ付きIII族窒化物デバイスの構造的完全性のためのイオンビーム処理(ION BEAM TREATMENT FOR THE STRUCTURAL INTEGRITY OF AIR-GAP III-NITRIDE DEVICES PRODUCED BY PHOTOELECTROCHEMICAL(PEC) ETCHING)」、代理人整理番号30794.201-US-P1(2007-161-1)。

40

【0036】

ナタリー・N・フェローズ、スティーブン・P・デンバーズ、およびシュウジ・ナカムラによる、米国特許出願第xx/xxx,xxx号、出願日2007年11月15日、発明の名称「繊維模様をついた蛍光剤変換層をもつ発光ダイオード(TEXTURED PHOSPHOR CONVERSION LAYER LIGHT EMITTING DIODE)」、代理人整理番号30794.203-US-U1(2007-270-2)。該出願は米国特許法第119条(e)項に基づいて次の出願の利益を主張する。

【0037】

ナタリー・N・フェローズ、スティーブン・P・デンバーズ、およびシュウジ・ナカム

50

再吸収によって低減する。図2および3を参照のこと。p型層の上側から、半透明な薄い金属、即ちITOまたはZnOの透明電極が、光取り出し効率の改善のために用いられた。(ジャパニーズ・ジャーナル・オブ・アプライド・フィジックス(J. J. Appl. Phys.)、34巻、ページL797~99(1995年))、(ジャパニーズ・ジャーナル・オブ・アプライド・フィジックス(J. J. Appl. Phys.)、43巻、ページL180~82(2004年))。

【発明の開示】

【課題を解決するための手段】

【0043】

本発明は、LEDパッケージ内部のLED光の内部反射を最小にし、LEDの発光層(即ち、活性層)によるLED光の再吸収を最小にする。本発明は、さらに、光取り出し効率の高いLEDチップと形状付の(繊維模様をついた)蛍光剤層とを組み合わせることでデバイスの全視感度効率を増大させる。その結果、この結合構造は、LEDからより多くの光を取り出すことが出来る。

10

【0044】

本発明は、通常はプラスチックで作られている球形に成型したパッケージを持つ成形物内部反射を最小化することによる高効率のLEDを記述する。LEDは点光源であり、球形成形物のサイズは大きく、LED光ビームの全ての方向は、図1に示すように球形成形物の表面に垂直であるものと仮定する。このようにして、全ての光を球形のLEDパッケージから取り出すことが出来る。

20

【0045】

また、本発明は、(Al, Ga, In)Nと、多方向の光が球形のプラスチック光学素子に入り、引き続いて空気中に取り出される前に、それをチップの表面から取り出すことが出来る発光ダイオード(LED)を記述する。特に、(Al, Ga, In)Nおよび透明電極層(ITOまたはZnO)は、レンズに入る光の大部分が臨界角以内にあり、それ故に外に取り出される球形のレンズと組み合わせられる。本発明は、LEDチップに鏡を意図的に取り付けることなく、LEDの発光層(即ち、活性層)によるLED光の再吸収を最小にするために、鏡によるLED光の内部反射を最小にすることを含む。LED光の内部反射を最小にするために、ITOまたはZnOなどの透明電極、または、パターン化または非等方的エッチングによるAlInGaInNの表面粗面化を用いて、LEDからより多くの光を取り出す。本発明は、更に、光取り出し効率の高いLEDチップと、成形された(繊維模様をついた)蛍光剤層とを結合して、デバイスの全視感度効率を増加させる。その結果、この結合構造は、LEDからより多くの光を取り出すことが出来る。

30

【0046】

本発明によるLEDは、少なくとも第1の発光波長で発光することを特徴とするLEDチップと、該LEDチップを取り囲むほぼ球形のパッケージとを備える。

【0047】

そのようなLEDは更に、任意で、パッケージのほぼ中心に位置するLEDチップと、該LEDチップの発光波長で透明な材料で作られている該パッケージと、酸化インジウム錫(ITO)および酸化亜鉛(ZnO)を含むグループから選択された材料からなり、該LEDのp型AlGaInN層上に置かれた透明な導電体層と、表面が粗面化された透明な導電体層と、SiO₂、SiN、および他の絶縁性材料を含むグループから選択された材料からなり、該透明な導電体層よりも前に成膜される電流拡散層と、その少なくとも1つの表面が粗面化されており、該LEDチップの複数の側面から光を放出する該LEDチップであって、裏側が粗面化されているサファイヤ基板上に作製されている該LEDチップと、該パッケージに結合した蛍光剤層であって、該LEDチップから離れて置かれた蛍光剤層と、該LEDチップが取り付けられた、該LEDチップの反対方向からの光の放出を可能にするリード・フレームと、(Al, Ga, In)N材料系、(Al, Ga, In)As材料系、(Al, Ga, In)P材料系、(Al, Ga, In)AsPNSb材料系、ZnGeN₂材料系、およびZnSnGeN₂材料系を含むグループから選択され

40

50

た材料からなる該LEDチップと、該LEDチップに光学的に結合する鏡であって、該LEDチップの1つの側面から放出された光が該LEDチップの別の側面から放出された光とほぼ方向が合うように反射されることを特徴とする鏡を備える。

【0048】

本発明による別のLEDは、活性層と、第1の方向での発光のための繊維模様をついた表面層と、第1の方向での発光とはほぼ反対側の第2の方向での発光のための、該繊維模様をついた表面層とは反対側の第2の表面層と、III族窒化物系の発光源を取り囲む封止材料とを備えたIII族窒化物系の発光源であって、該封止材料はほぼ球形であり、封止材料の直径は、III族窒化物系の発光源の幅よりも十分に大きい。

【0049】

このようなLEDは、任意に、繊維模様をついた第2の表面層と、封止材料に結合した蛍光剤層であって、LEDから放出された光が該蛍光剤を励起する蛍光剤層と、活性層に結合する透明な導電性の層であって、活性層が該透明な導電性の層を通して光を放出し、酸化インジウム錫および酸化亜鉛を含むグループから選択された材料で作られている透明な導電性の層とを更に備える。

【0050】

次に、図面を参照し、対応する部分には一貫して同じ参照番号を付与する。

【発明を実施するための最良の形態】

【0051】

好ましい実施形態の以下の記述では、本明細書の一部を形成し、本発明を実施することができる特定の実施形態を例示形式で示す添付図面を参照する。他の実施形態を用いてもよく、また、本発明の範囲から逸脱することなしに構造的な変化がなされてもよいことを理解されたい。

【0052】

概要

本発明は、球形成形物により成形物内の内部反射を最小化する高効率のLEDを記述する。LEDを点光源と見なし、球形成形物のサイズがLEDチップに比べて大きい場合、LED光ビームの方向は、球形成形物の表面にほぼ垂直である。このとき、LEDから放出される光は全て、球形成形物から空気中へ取り出される。従来のLEDでは、図2～4に示すように、成形物の形状が球形ではないので、LED光の一部は、エポキシの成形物と空気との界面で屈折率の差によって反射される。成形物の形状不良のために光取り出し効率が悪くなるため、この反射によってLEDの効率または出力が低減する。

【0053】

本発明は、複数方向の光が球形のプラスチックの光学要素に入り、続いて空気中に取り出される前に、それらをチップの表面から取り出すことが出来る(A1, Ga, In)N発光ダイオード(LED)についても記述する。特に、(A1, Ga, In)Nおよび透明電極層(ITOまたはZnO)は、球形のレンズと組み合わせられ、該球形のレンズはレンズに入る光の大部分が臨界角以内にあるために取り出されることを特徴とする。

【0054】

本発明は、LEDチップに意図的に鏡を取り付けることなく、LEDからの発光の再吸収を最小化する高効率のLEDを含む。従来のLEDは、LED光を前方へ反射させることにより前方からの光放出を増加させるために高反射の鏡を用いている。図2～4を参照のこと。しかしながら、この反射された光は、通常は、一部がLEDの光放出層すなわち活性層によって再吸収されるため、LEDの効率または出力を低下させる。本発明は、プラスチックの封止体表面からの反射を低減し、ITOまたはZnOの表面からの反射を低減し、表面をパターン化または非等方的にエッチングすることによって(微小円錐をつくり)GaNからの反射を低減し、および、LEDチップに意図的に鏡を設けないことにより発光層(活性層)による光再吸収を最小化し、これによって前面と裏側の両側への活性層からの一様な光放出を可能にする。本発明は、さらに、光取り出し効率の高いLEDチップと、成形された(繊維模様をついた)蛍光剤層とを結合し、デバイスの全視感度効率

10

20

30

40

50

を増大させる。その結果、この結合構造は、LEDからより多くの光を取り出すことが出来る。

【0055】

技術に関する説明

図1～16では、LED構造の詳細は必ずしも示されていない。発光層（通常はAlInGaNのMQW）、p型GaN、n型GaN、および基板のみが示されている。通常のLED構造では、p型AlGaN電子プロッキング層、InGaN/GaN超格子などの他の層が存在する。光取り出し効率は、主にエピタキシャル・ウェーハの表面層または表面状態によって決まるので、ここで、最も大事な部分は、LEDチップの表面である。それゆえに、LEDチップのこれら動作部分のみを図に示す。

10

【0056】

図1は、本発明による球形LEDを示す。

【0057】

チップ102と成形物104とを有するLED100が示されている。LEDチップ102が、球形の成形物104の中心、または中心の近くに位置するときは、光106の方向が成形物104の表面108にほぼ垂直となるので、チップ102によって発生したLED光106が全て成形物104から取り出される。この場合、LEDチップ102は、点光源のようになる。成形物104は、通常は、プラスチックまたはエポキシ製のレンズであるが、所望の場合はガラスまたは他の透明な材料で作ることができる。更に、図では $D \gg W$ と示されているように、成形物104の直径は、チップ102の幅よりもはるかに大きいのが通常である。LEDチップ102は点状であるか、または図1に示されるように $D \gg W$ である限りはどんなサイズのものでよい。更に、LED光106は、LEDチップ102の活性層のドーピングに応じて、例えば、青色、黄色、赤色、白色、オレンジ色など、どの色のものでよい。

20

【0058】

図2は、従来のLEDパッケージを示し、図3は、フリップチップLEDを有する従来のLEDパッケージを示す。

【0059】

図2に示した従来のLEDパッケージ200では、エポキシ成形物202の形状は、一般に球形ではなくドーム型である。これゆえ、チップ206によって発生したLED光204の一部は、エポキシ成形物202の内部の反射により、ドーム状のエポキシ成形物202から取り出されることはない。このようなドーム型の成型パッケージ200では、光204の入射角は、エポキシと空気との間の界面での臨界角よりも大きい角度である場合が多く、このような光は、反射して成形物202内へ戻り、LED206の活性層によって再吸収されることがある。

30

【0060】

また、従来のLED200では、LED206の前側に対する光204の出力を増大させるために、発光は、サファイヤ基板210の裏側の鏡208で反射される。前側に光を反射させるための他の技術としては、ボンディング材料が発光波長で透明な場合に、リード・フレーム上へ鏡のような被覆膜を設けることが挙げられる。光子エネルギーが、AlInGaN多重量子井戸(MQW)の量子井戸のバンドギャップ・エネルギーとほぼ等しいので、この反射される光もまた、発光層206（活性層）によって再吸収される。このように、LED200の効率または出力は、発光層による再吸収によって低下する。

40

【0061】

図2において、LEDチップ212は、サファイヤ基板210の裏側上に鏡を設けることなく、透明なエポキシでリード・フレーム214上にダイ・ボンディングされる。この場合、リード・フレーム214上の被覆膜208材料が鏡になる。基板の裏側上に鏡がある場合、LEDチップは、通常Agペーストでダイ・ボンディングされる。

【0062】

図3は、通常のフリップチップパッケージの形式を示す。

50

【0063】

LEDパッケージ200と同様のLEDパッケージ300が示されている。しかしながら、LEDパッケージ300では、チップ212は、通常はインジウムであるが、LED212と整合性のよい任意の電導性材料であってもよい電導性のランプ302を用いてフリップチップ方式でリード・フレーム214に搭載されている。ここで、光304は鏡の表面208から反射され、光306になり、そこで、反射される光300の角度が、パッケージ300と空気またはパッケージ300の外側と接触している他の材料との界面で臨界角よりも小さい場合には、光はパッケージ300を出ることが出来る。

【0064】

図4は、本発明で従来のLEDチップを用いる場合を示す。

10

【0065】

図4では、本発明によるエポキシの成形物104は示されていない。球形の成形物104は、通常は、光取り出し効率を増大させるために従来のLEDチップ102を用いて図1に示すように取り付けられる。LEDチップによって放出される光が、エポキシ成形物と空気との界面を直角または法線方向の角度で入り、光がプラスチックを離れて確実に空気中に入ることが出来るように、球形成形物の直径は、LEDチップ102のサイズよりもはるかに大きくするべきである。レンズと空気との界面を臨界角未満の角度で入る光は全て空気中に逃げ出すが、LEDデバイス全体に亘ってこの角度を一様にするために、球形が選ばれる。しかしながら、レンズと空気との間の表面形状が臨界角以下である任意の形状により、光を逃がすことが出来るため、本発明に従うものである。

20

【0066】

基板402、活性層404、および表面層406を持つLEDチップ400が示されている。チップ400の全体構造を示すために、更なる層408、410、および412も示されている。本発明の表面層406は、平坦な表面ではない。表面層406は、表面414に入射した光416が取り囲む媒質中へ逃げ出すことが出来るように、繊維模様の付いた、またはパターン化された、または他の方法で粗面化された上表面414を有する。取り囲む媒質は、多くの場合成形物100であるが、本発明の技術範囲から逸脱することなしに他の材料であってもよい。成形物100の臨界角は、任意の垂直、またはほぼ垂直の光がパッケージ100から逃げ出すことが出来るようになっていて、光416の方向は、それぞれ図2および3に示したパッケージ200および300におけるほどにはそれほど重要ではない。

30

【0067】

更に、光418は、基板402、または層410～412から反射することができるので、光418は、チップ400から逃げ出す条件を持つ光420になる。

【0068】

図5Aおよび5Bは、本発明のLEDの一実施形態を示す。

【0069】

放出される光502と活性層504とを持つLED500が示されている。リード・フレーム506と電極508はガラス板510を支えるように示されている。

【0070】

40

図5では、サファイヤ基板上に成長したLED構造500を示す。次に、酸化インジウム錫(ITO)層512が、p型GaN層514上に成膜される。次に、ITO層516がガラス板510上に被覆され、接着剤としてのエポキシを用いて、成膜されたITO層512に取り付けられる。ガラス板510の他方の側518は、サンド・ブラストまたはエッチングのような他の粗面化技術によって粗面化、パターン化または非平坦な形状にされる。次に、サファイヤ基板が、レーザ剥離技術によって取り除かれる。次に、KOHまたはHCLのようなエッチング溶液を用いて窒素面(N面)GaN520がエッチングされる。次に、円錐形の表面522が、窒素面GaN520上に形成される。次に、LEDチップ500が、リード・フレーム506上に置かれる。リード・フレームは、LEDチップ500によって発生した熱を取り除く働きをする。ワイヤ・ボンディング524およ

50

び526が、LEDチップのボンディング・パッド528および530とリード・フレーム506と電極508の間に施され、電流がリード・フレーム506を流れることができるようになる。LEDチップ500の前側と裏側には意図的に設けた鏡はない。リード・フレーム506はLEDチップ500の端部の周りで支持体として働き、チップ500の下面全体を支えるわけではないので、リード・フレーム506は、図に示すように、LEDチップの裏側から光を効率よく取り出すように設計される。このように、LED光532は、放出される光502として両側へ効率よく取り出される。n-GaNのボンディング・パッドの下のオーミック電極は、簡単化のために示されていない。次に、LEDチップ500は、プラスチック、エポキシ、またはガラスで出来た球形成形物100で成型される。この成形物は、レンズとして働き、放出される光532がLEDから逃げて空気中に入るのを助ける役目をする。

10

【0071】

図6は、本発明の一実施形態の更なる詳細を示す。図7は、本発明の別の実施形態の詳細を示す。

【0072】

図6および7では、図5に示すようなガラス層510に代わって、厚いエポキシ600が用いられる。電気的な接触を取るために、エポキシ600は部分的に除去され、ITOまたは細いストライプのAu層602が、エポキシ600および穴604上に成膜される。LEDの動作は、図5に関して記述されたLEDと同様であるが、更なる光が活性層502の裏側から放出できるように、活性層504の反対側にある層514がここでは粗面であることが異なる。

20

【0073】

図5～7では、サファイヤ基板の代わりにGaN基板が用いられた場合、レーザ剥離ステップが不要になるため、ガラスおよび厚いエポキシのサブ・マウントも不要になる。GaN基板上へのLED構造の成長後は、ITOがp型GaN上に成膜され、GaN基板の裏側（通常は窒素面GaN）がKOHおよびHCLのようなエッチング溶液でエッチングされる。次に、円錐形の表面が窒素面GaN上に形成される。製造および動作ステップの残りの部分は、図5に関して記述したLEDと同様である。

【0074】

また、ITO層、例えば層512、516などの表面が粗面のときは、ITO層512、516を通しての光取り出しが増加する。p型GaN層514上に成膜されたITO層512がなくても、表面700のようなp型GaN514の表面の粗面化は、p型GaN514を通しての光取り出しを増加させるために有効である。n型GaN層520のためのオーミック電極を作るために、窒素面GaN層520の表面粗面化の後に、ITOまたはZnOが用いられるのが通常である。ITOおよびZnOは、GaNと同様の屈折率を持つので、ITO(ZnO)とGaNとの間の界面での光反射は最小になる。

30

【0075】

図8～15は、本発明による球形のLEDの実施形態を示す。

【0076】

図8Aでは、図5のLEDチップは、エポキシまたはガラス800で球形に成形されている。この場合、球形のレンズ800の直径に比べてLEDチップ500は小さな点光源であるので、光532は球形の成形物800を通して空気へ有効に取り出される。更に、蛍光剤層802が、レンズ成形物800の外側表面近くに配置または成膜される。この場合、LED光532の蛍光剤層802による後方散乱が小さいために、LED光532の再吸収が少ないので、青色光の白色光への変換効率は増大する。また、成形物800または蛍光剤層802の表面が粗面の場合、成形物800および/または蛍光剤802から空気への光取り出しは増加する。図8Bは、チップ500がフレーム506上に搭載され、光532は、また、LED500からチップ500の裏側の表面518を経て放出されることを示す。

40

【0077】

50

図9では、ITOまたはZnOを通しての光取り出しを改良するために、図6～7のLEDチップ内のITOまたはZnOは、表面700のように粗面化される。このとき、エポキシ900はサブ・マウントになる。

【0078】

図10では、ITOまたはZnOを成膜する前に、一様な電流がp型GaN層512を通して流れることが出来るように電流拡散層(SiO₂、SiN、透明な絶縁性材料)1000が成膜される。電極1002が接続フレーム506に備えられる。

【0079】

図11では、LEDパッケージ500の特定の側により多くの光を向けるために、鏡1100が、球形の成形物800の外部に置かれる。LEDチップ500の活性層502による光の再吸収を回避し、または最小にするために、鏡1100の形状は、通常は、任意の反射光がLEDチップ500から離れる方向に向くように設計される。

10

【0080】

図12では、GaNとサファイヤ基板1202との界面を通しての光取り出し効率を改善するために、平坦なサファイヤ基板またはパターン化されたサファイヤ基板(PSS)1202上に成長したLED構造1200が示されている。サファイヤ基板1202から空気またはエポキシまたはガラスへの光取り出しを増大させるために、サファイヤ基板1202の裏側も粗面化されている。通常は、粗面の好ましい形状は円錐形の表面であるが、本発明によれば、他の表面形状を用いてもよい。次に、ITOまたはZnO層1204が、p型GaN1206上に成膜される。次に、ITOまたはZnO上にボンディング・パッドが形成され、また、n型GaN1208が選択的にエッチングされた後で、n型GaN1208上にオーミック電極/ボンディング・パッドが形成される。次に、LEDチップ1200は、成型されてほぼ球形のレンズ1210が作られる。

20

【0081】

図13では、エポキシ成形物1210を通しての光取り出し効率を増大させるために、エポキシ成形物1210の表面1300は粗面になっている。本発明の範囲を逸脱することなしに、同様な粗面化技術が、成形物1210として用いられるガラスまたは他の透明な材料に対しても適用できる。

【0082】

図14では、蛍光剤層1400が、レンズのエポキシ成形物1210の上表面の近くに成膜または配置される。これは、蛍光剤層1400がLEDチップ500から比較的遠距離に置かれるようにして、蛍光剤1400によるLEDチップ500への後方散乱を少なくしてLED光532の再吸収を少なくすることによって、青色光から白色光への変換効率の増加を可能にする。蛍光剤層1400を通しての光取り出し効率を改善するために、蛍光剤層1400の表面1402は粗面でもよい。

30

【0083】

図15では、リード・フレーム506が用いられ、LEDチップは、ダイ・ボンディング材料として透明なエポキシ1502を用いて、ガラス、石英、サファイヤ、ダイヤモンド、または他の透明な材料のような透明な板1500上に置かれる。透明なガラス板1500は、LED光をエポキシ成形物1210へより効率的に取り出すために用いられる。

40

【0084】

図16は、本発明を含む色々な光源の相対効率を示す。

【0085】

図16では、表1600は、本発明の球形のLEDを他のLEDパッケージおよびLEDタイプと比較して、異なる形状の成形物を持つ他のLEDのタイプと比べて、最高の出力と効率が、本発明の球形のLED500によって達成されていることがわかる。LED500が図16に示されているが、図5～15に記した本発明の任意の球形のLEDを用いて同様のパッケージが示される。

【0086】

50

利点および改良点

本発明は、球形であることを特徴とする成形物の内部反射を最小化することによる高効率のLEDを記述している。LEDが点光源であると近似できるようにエポキシとLEDとをパッケージングすることによって、LEDからの光ビームの全ての方向が、結局は、球形のレンズ成形物の表面に垂直になるように向く。

【0087】

また、LED構造をLEDチップに取り付けるために意図的に作製する鏡（リード・フレーム上に被覆された鏡も意図的に作製する鏡に含まれる）を持たない構造とすることによって、LED光の再吸収が最小化され、光取り出し効率は劇的に増大する。これにより、LEDの光出力もまた劇的に増大する。

10

【0088】

透明な酸化物電極と、表面が粗面である窒化物LEDと、成形されたレンズとを結合することにより光取り出し効率はさらに増加する。

【0089】

参考文献

次の参考文献は参照により本明細書に組み込まれる。

【0090】

1. Appl. Phys. Lett. 56, 737 - 39 (1990)
2. Appl. Phys. Lett. 64, 2839 - 41 (1994)
3. Appl. Phys. Lett. 81, 3152 - 54 (2002)
4. Jpn. J. Appl. Phys. 43, L1275 - 77 (2004)
5. Jpn. J. Appl. Physics, 45, No. 41, L1084 - L1086 (2006)
6. Fujii T, Gao Y, Sharma R, Hu EL, DenBaars SP, Nakamura S. Increase in the extraction efficiency of GaN-based light-emitting diodes via surface roughening. Applied Physics Letters, vol. 84, no. 6, 9 Feb. 2004, pp. 855 - 7. Publisher: AIP, USA

20

結論

本発明は、発光ダイオードを記述している。本発明によるLEDは、少なくとも第1の発光波長で光を放出するLEDチップと、該LEDチップを取り囲むパッケージを備え、該パッケージはほぼ球形であることを特徴とする。

30

【0091】

このようなLEDは、更に任意で、パッケージのほぼ中心に位置するLEDチップと、LEDチップの発光波長で透明な材料から作られているパッケージと、酸化インジウム錫（ITO）と酸化亜鉛（ZnO）とを含むグループの中から選ばれた材料から作られている該LEDのp型AlGaInN層上に置かれた透明な導電体層と、該透明な導電体層の粗面化された表面と、SiO₂、SiN、および他の絶縁性材料を含むグループの中から選択された材料で作られ、透明な導電体層の前に成膜される電流拡散層と、複数の側面から光を放出するLEDチップであって、裏側が粗面であるサファイヤ基板の上に作製されるLEDチップの、少なくとも1つの粗面化された表面と、該LEDチップは、(Al, Ga, In)N材料系、(Al, Ga, In)As材料系、(Al, Ga, In)P材料系、(Al, Ga, In)AsPNSb材料系、ZnGeN₂材料系、およびZnSnGeN₂材料系を含むグループの中から選択された材料で作られていて、LEDチップの反対方向から光の放出を可能にするリード・フレームに取り付けられていることを特徴とするLEDチップから遠くに位置し、パッケージと結合する蛍光剤層と、および該LEDチップに光学的に結合した鏡であって、該LEDチップの一側面から放出された光が反射されて該LEDチップの他の側面から放出された光とほぼ方向が合うことを特徴とする鏡とを備える。

40

50

【 0 0 9 2 】

本発明による他のLEDは、活性層と、第1の方向へ光を放出するための繊維模様をついた表面層と、および繊維模様をついた表面層の反対側であって、第1の方向とはほぼ反対の第2の方向へ光を放出するための第2の表面層とを含むIII族窒化物ベースの発光源と、該III族窒化物ベースの発光源を取り囲む封止材料を備え、封止材料はほぼ球形であり、封止材料の直径は該III族窒化物ベースの発光源の幅よりもはるかに大きいことを特徴とする。

【 0 0 9 3 】

このようなLEDは、更に任意で、繊維模様をついた第2の表面層と、封止材料に結合した蛍光剤層であって、該LEDから放出された光が蛍光剤を励起することを特徴とする蛍光剤層と、活性層に結合した透明な導電性層であって、活性層は、該透明な導電性層を通して光を放出し、該透明な導電性層は、酸化インジウム錫と酸化亜鉛を含むグループの中から選ばれた材料で作られている透明な導電性層とを備える。

10

【 0 0 9 4 】

これで本発明の好ましい実施形態の記述を終了する。本発明の一つ以上の実施形態に関するこれまでの記述は、例示と記載のために示された。開示の形態そのものによって本発明を包括または限定することを意図するものでもない。上記の教示に照らして、多くの変更と変形が可能である。本発明の範囲はこの詳細な説明によってではなくて、本明細書に添付の請求項と請求項の全ての範囲の等価物によって制限されるものと意図されている。

20

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 9 5 】

【 図 1 】 本発明による球形LEDを示す図である。

【 図 2 】 従来のLEDパッケージを示す図である。

【 図 3 】 フリップチップLEDを有する従来のLEDパッケージを示す図である。

【 図 4 】 本発明と一緒に従来のLEDチップを用いる様子を示す図である。

【 図 5 】 図 5 A および図 5 B は、本発明のLEDの一実施形態を示す図である。

【 図 6 】 本発明の一実施形態の更なる詳細を示す図である。

【 図 7 】 本発明の別の実施形態の詳細を示す図である。

【 図 8 】 本発明による球形LEDの実施形態を示す図である。

【 図 9 】 本発明による球形LEDの実施形態を示す図である。

30

【 図 1 0 】 本発明による球形LEDの実施形態を示す図である。

【 図 1 1 】 本発明による球形LEDの実施形態を示す図である。

【 図 1 2 】 本発明による球形LEDの実施形態を示す図である。

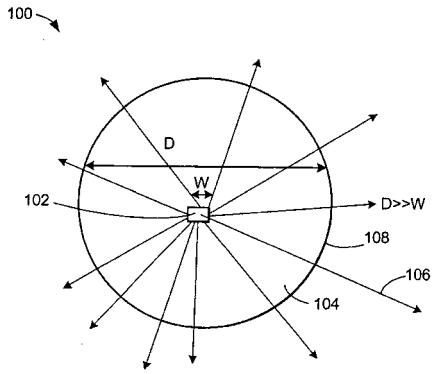
【 図 1 3 】 本発明による球形LEDの実施形態を示す図である。

【 図 1 4 】 本発明による球形LEDの実施形態を示す図である。

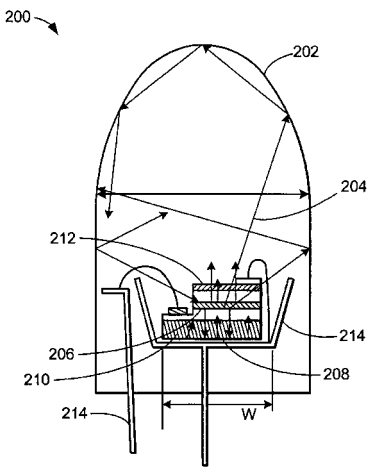
【 図 1 5 】 本発明による球形LEDの実施形態を示す図である。

【 図 1 6 】 本発明を含む色々な光源の相対的な効率を示す図である。

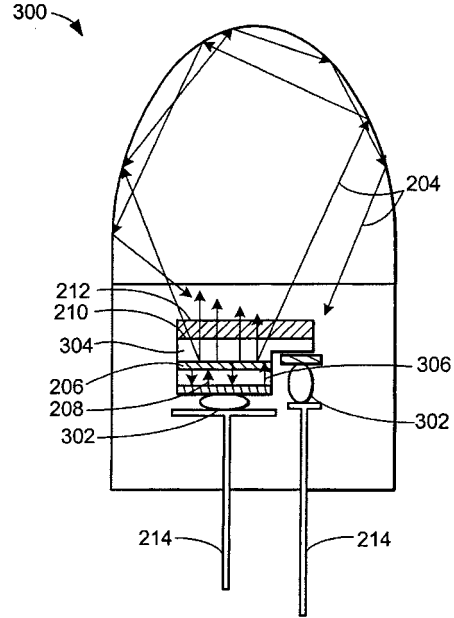
【 図 1 】



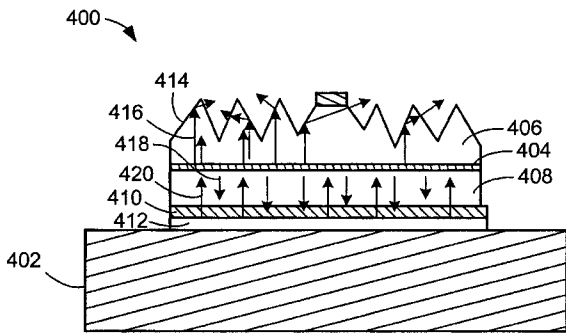
【 図 2 】



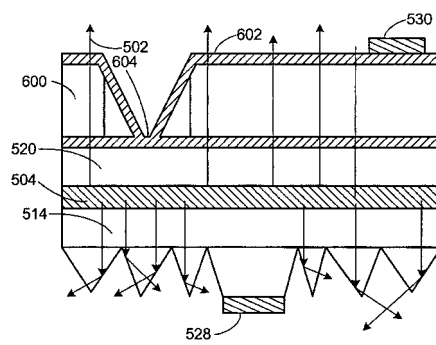
【 図 3 】



【 図 4 】



【 図 6 】



【 図 5 】

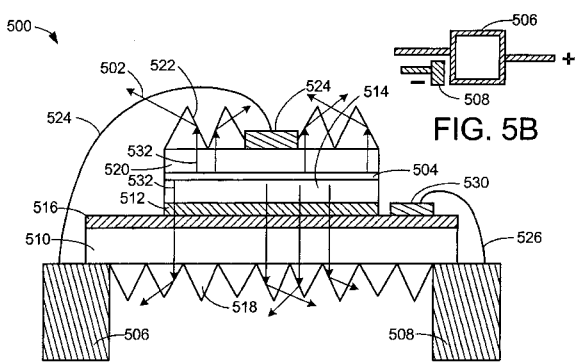
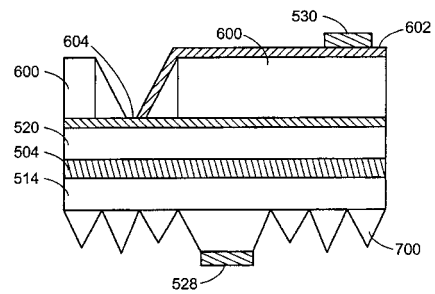


FIG. 5A

【 図 7 】



【 図 8 】

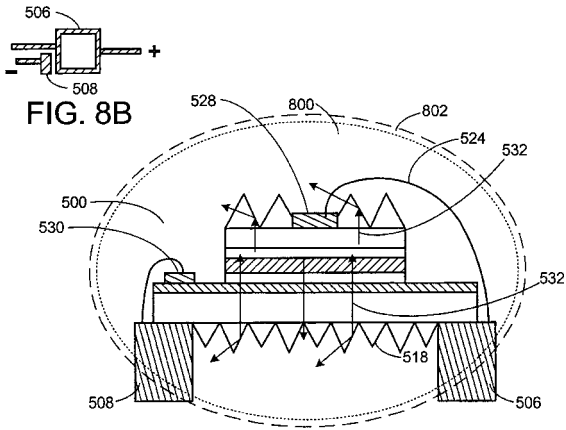


FIG. 8A

【 図 10 】

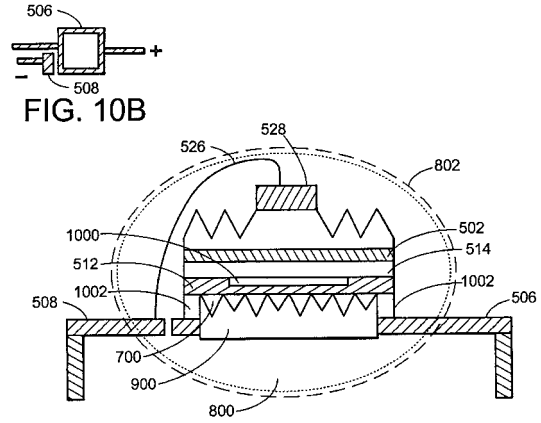
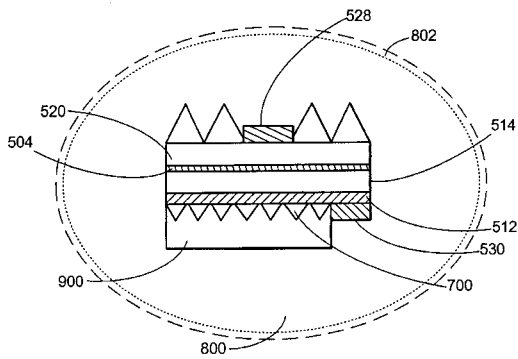
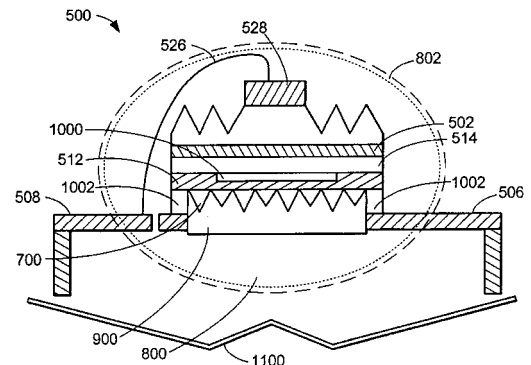


FIG. 10A

【 図 9 】



【 図 11 】



【 図 12 】

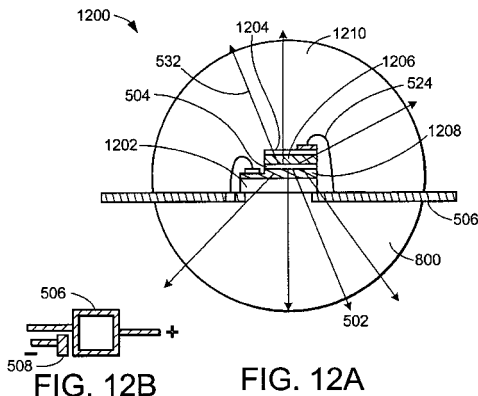


FIG. 12A

【 図 14 】

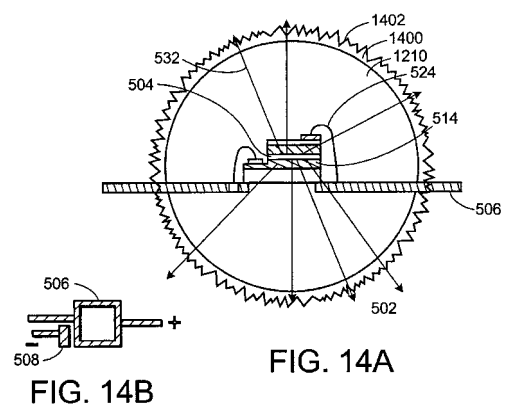


FIG. 14A

【 図 13 】

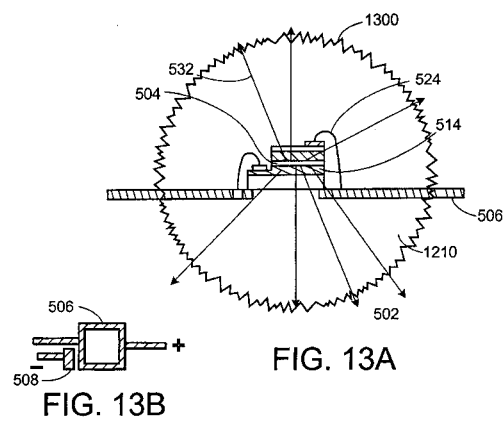


FIG. 13A

【 図 15 】

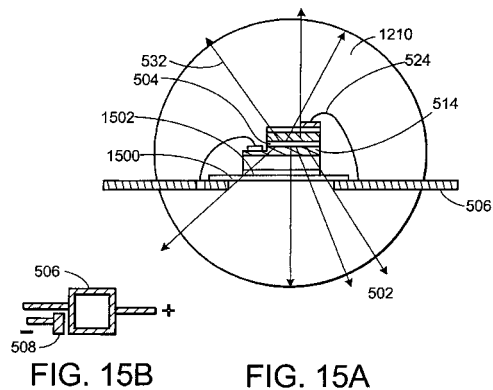
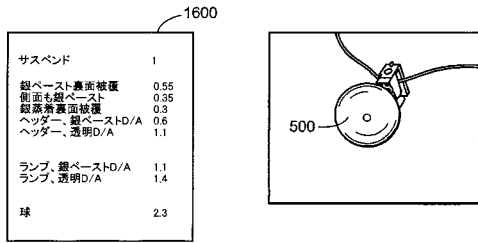


FIG. 15A

【図 16】



【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/US2007/023968
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER IPC(B) - H01L 33/00 (2008.04) USPC - 257/95 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) IPC(B) - H01L 33/00 (2008.04) USPC - 257/95, 99, 100, e33.064, e33.066 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 practicable, search terms used) USPTO EAST System (US, USPG-PUB, USOCR), MicroPatent		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 6,746,295 B2 (SORG) 08 June 2004 (08.06.2004) entire document	1, 2
Y		3-20
Y	US 2005/0077532 A1 (OTA et al) 14 April 2005 (14.04.2005) entire document	3, 12, 18
Y	US 2004/0094772 A1 (HON et al) 20 May 2004 (20.05.2004) entire document	4-9, 14
Y	US 2005/0184300 A1 (TAZIMA et al) 25 August 2005 (25.08.2005) entire document	7, 8
Y	US 2005/0062830 A1 (TAKI et al) 24 March 2005 (24.03.2005) entire document	10, 15
Y	US 3,999,280 A (HANSEN et al) 28 December 1976 (28.12.1976) entire document	13
Y	US 2005/0212002 A1 (SANGA et al) 29 September 2005 (29.09.2005) entire document	11, 16-20
<input type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C. <input type="checkbox"/>		
* 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 application or patent 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 14 May 2008		Date of mailing of the international search report 05 JUN 2008
Name and mailing address of the ISA/US Mail Stop PCT, Attn: ISA/US, Commissioner for Patents P.O. Box 1450, Alexandria, Virginia 22313-1450 Facsimile No. 571-273-3201		Authorized officer: Blaine R. Copenheaver PCT Helpdesk: 571-272-4300 PCT OSP: 571-272-7774

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, LV, MC, MT, 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, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB, GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, KN, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS, RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, UA, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW

(72)発明者 スティーブン・ピー・デンバース

米国、カリフォルニア州 93117、ゴレタ、キング ダニエル レーン 287

(72)発明者 シュウジ・ナカムラ

米国、カリフォルニア州 93160、サンタバーバラ、ピー・オー・ボックス 61656

(72)発明者 増井 久志

米国、カリフォルニア州 93111、サンタバーバラ、カミノ カンパナ 643

Fターム(参考) 5F041 AA03 DA44 DA47 DA55 DA56 EE25