

(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2010-517290

(P2010-517290A)

(43) 公表日 平成22年5月20日(2010.5.20)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 33/50 (2010.01)	HO 1 L 33/00 4 1 0	5 F 0 4 1
HO 1 L 33/38 (2010.01)	HO 1 L 33/00 2 1 0	
HO 1 L 33/44 (2010.01)	HO 1 L 33/00 3 0 0	

審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 35 頁)

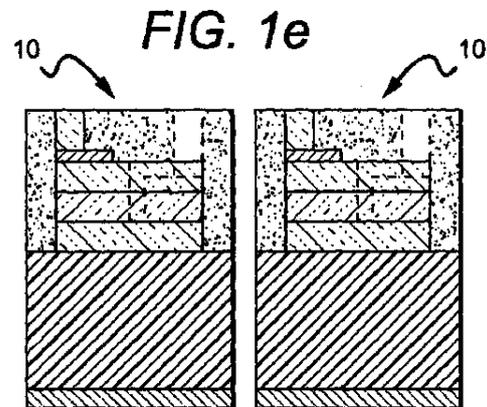
(21) 出願番号	特願2009-547219 (P2009-547219)	(71) 出願人	592054856 クリー インコーポレイテッド C R E E I N C . アメリカ合衆国 ノースカロライナ州 2 7703 ダラム シリコン ドライブ 4600
(86) (22) 出願日	平成19年11月20日 (2007.11.20)	(74) 代理人	100077481 弁理士 谷 義一
(85) 翻訳文提出日	平成21年9月24日 (2009.9.24)	(74) 代理人	100088915 弁理士 阿部 和夫
(86) 国際出願番号	PCT/US2007/024367	(72) 発明者	アシャイ チトニス アメリカ合衆国 93117 カリフォル ニア州 ゴレタ ダベンポート 7220 アパートメント 101
(87) 国際公開番号	W02008/115213		
(87) 国際公開日	平成20年9月25日 (2008.9.25)		
(31) 優先権主張番号	11/656,759		
(32) 優先日	平成19年1月22日 (2007.1.22)		
(33) 優先権主張国	米国 (US)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 ウェーハレベルの燐光体被覆方法およびその方法を利用して製作される装置

(57) 【要約】

通常基板上に複数のLEDを設けるステップを含む、発光ダイオード(LED)チップを製作する方法。LED上に脚柱を堆積させ、脚柱はそれぞれ、LEDのうちの1つに電氣的に接触する。LEDを覆って被覆が形成され、この被覆は、脚柱の少なくとも一部を埋設する。次いで、被覆を平坦化して、前記被覆の少なくとも一部を前記LED上に残しながら、埋設された脚柱の少なくとも一部を露出させる。次いで、ワイヤーボンドなどによって、露出した脚柱に接触できるようにする。本発明は、キャリア基板上にフリップチップ接合されたLEDを有するLEDチップおよび他の半導体装置を製作するために使用される類似の方法を開示する。開示の方法を使用して製作されるLEDチップウェーハおよびLEDチップもまた開示される。



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

複数の LED を設けるステップと、
前記 LED 上に脚柱を堆積させるステップであって、前記脚柱はそれぞれ前記 LED のうちの 1 つに電氣的に接触するステップと、
前記 LED を覆って被覆を形成するステップであって、前記被覆は前記脚柱のうちの少なくとも一部を埋設するステップと、
前記埋設された脚柱のうちの少なくとも一部を露出させながら前記 LED 上に前記被覆のうちの少なくとも一部を残して前記被覆を平坦化するステップと
を含むことを特徴とする発光ダイオード (LED) チップを製作する方法。

10

【請求項 2】

前記 LED チップは、白色光を発することを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記 LED のそれぞれの上にコンタクトを堆積させるステップをさらに含み、前記脚柱は、前記コンタクト上に形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記 LED は、成長基板上に設けられることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記 LED は、キャリア基板上に取り付けられることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

20

【請求項 6】

前記キャリア基板は、燐光体層を含むことを特徴とする請求項 5 に記載の方法。

【請求項 7】

前記 LED は、成長基板のうちの少なくとも一部分を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記基板は、成形されまたはテキスチャ付きであることを特徴とする請求項 7 に記載の方法。

【請求項 9】

前記 LED を覆って被覆を形成する前記ステップは、予め製作された被覆層を用意するステップと、前記 LED を覆って前記被覆層を配置するステップとを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 10】

前記 LED は基板上に設けられ、前記基板内にトレンチを形成するステップと、前記トレンチを埋める第 2 の被覆を形成するステップとをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

平坦化前に前記被覆を硬化させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

平坦化後に前記被覆を硬化させるステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 13】

前記被覆上に表面テキスチャを形成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 14】

前記表面テキスチャは、前記平坦化するステップ中に形成されることを特徴とする請求項 13 に記載の方法。

【請求項 15】

前記表面テキスチャは、レーザテキスチャリングによって形成されることを特徴とする

50

請求項 13 に記載の方法。

【請求項 16】

前記 LED を個片化するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 17】

前記被覆は、燐光体を添加した接着剤を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 18】

前記燐光体を添加した接着剤は、複数の燐光体を含むことを特徴とする請求項 17 に記載の方法。

【請求項 19】

前記被覆は、散乱粒子を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

10

【請求項 20】

前記被覆は、異なる組成物を有する複数の層を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 21】

前記接着剤は、シリコン、エポキシ、ガラス、スピンオンガラス、BCB、ポリイミド、およびポリマーからなる群の中の材料のうちの 1 つを含むことを特徴とする請求項 17 に記載の方法。

【請求項 22】

前記燐光体は、YAG:Ce を含むことを特徴とする請求項 17 に記載の方法。

20

【請求項 23】

前記燐光体は、 $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ (YAG)、 $Tb_{3-x}RE_xO_{12}:Ce$ (TAG); $RE = Y, Gd, La, Lu$ 、および $Sr_{2-x-y}Ba_xCa_ySiO_4:Eu$ からなる群の中の 1 つの材料を含むことを特徴とする請求項 17 に記載の方法。

【請求項 24】

前記平坦化するステップは、研削、ラッピング、およびポリッシングからなる群の中の方法のうちの 1 つを含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 25】

前記平坦化するステップは、スキージ、加圧平坦化、エッチング、およびアブレーションからなる群の中から 1 つまたは複数の方法を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

30

【請求項 26】

前記被覆は、スピン被覆、電気泳動堆積、静電堆積、印刷、ジェット印刷、およびスクリーン印刷からなる群の中の方法のうちの 1 つによって前記 LED を覆うことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 27】

前記脚柱は、スタッドバンピングを使用して形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 28】

前記 LED の少なくとも一部の周辺に第 2 の被覆を形成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

40

【請求項 29】

前記第 2 の被覆は、前記被覆とは異なる組成を有することを特徴とする請求項 28 に記載の方法。

【請求項 30】

前記第 2 の被覆を平坦化するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 28 に記載の方法。

【請求項 31】

前記脚柱のうちの少なくとも一部を相互接続する金属パッドを、前記平坦化した被覆上に堆積させて、LED アレイを形成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1

50

に記載の方法。

【請求項 3 2】

前記個片化された L E D のうちの 1 つを封止剤内に封止するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 3 3】

前記 L E D のうちの 1 つをサブマウントまたはプリント回路ボード (P C B) に取り付けするステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 6 に記載の方法。

【請求項 3 4】

前記平坦化するステップの結果、被覆の厚さが均一になることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3 5】

前記被覆の総厚さのばらつきは、平均被覆厚さの 5 0 % 未満であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3 6】

複数の L E D をキャリア基板上にフリップチップ接合するステップと、
前記 L E D のそれぞれに電氣的に接触する導電脚柱を形成するステップと、
前記 L E D を覆ってブランケット被覆を形成するステップであって、前記被覆は前記脚柱のうちの少なくとも一部を埋設するステップと、
前記埋設された脚柱のうちの少なくとも一部を露出させるように前記被覆を平坦化するステップと
を含むことを特徴とする L E D チップを製作する方法。

【請求項 3 7】

前記キャリア基板は電気トレースを含み、前記 L E D は前記電気トレースに接触するように取り付けられることを特徴とする請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 3 8】

前記脚柱は、前記電気トレース上に形成されることを特徴とする請求項 3 7 に記載の方法。

【請求項 3 9】

前記 L E D チップは、白色光を発することを特徴とする請求項 3 6 に記載の方法。

【請求項 4 0】

基板上に複数の半導体装置を設けるステップと、
前記半導体装置上に脚柱を堆積させるステップであって、前記脚柱はそれぞれ前記半導体装置のうちの 1 つに電氣的に接触するステップと、
前記半導体装置を覆ってブランケット被覆を形成するステップであって、前記被覆は前記脚柱のうちの少なくとも一部を埋設するステップと、
接触のために前記埋設された脚柱のうちの少なくとも一部を露出させながら前記半導体装置上に前記被覆材料のうちの少なくとも一部を残して前記被覆を平坦化するステップと
を含むことを特徴とする被覆された半導体装置を製作する方法。

【請求項 4 1】

複数の L E D と、
それぞれ前記 L E D のうちの 1 つに電氣的に接触する複数の脚柱と、
前記 L E D を少なくとも部分的に覆う被覆とを含み、前記脚柱のうちの少なくとも一部は、前記被覆を貫通して前記被覆の表面まで延び、前記被覆の前記表面で露出することを特徴とする発光ダイオード (L E D) チップウェーハ。

【請求項 4 2】

前記 L E D は、基板ウェーハ上に位置することを特徴とする請求項 4 1 に記載の L E D チップウェーハ。

【請求項 4 3】

複数のコンタクトをさらに含み、前記コンタクトはそれぞれ、前記 L E D のうちの 1 つの上に位置し、前記脚柱のうちの少なくとも一部は、前記コンタクト上に形成されること

10

20

30

40

50

を特徴とする請求項 4 1 に記載の L E D チップウェーハ。

【請求項 4 4】

前記基板ウェーハは、分離して L E D チップにすることが可能であることを特徴とする請求項 4 1 に記載の L E D チップウェーハ。

【請求項 4 5】

前記被覆は、均一な厚さを有することを特徴とする請求項 4 1 に記載の L E D チップウェーハ。

【請求項 4 6】

前記被覆の総厚さのばらつきは、平均被覆厚さの 5 0 % 未満であることを特徴とする請求項 4 1 に記載の L E D チップウェーハ。

【請求項 4 7】

前記被覆は、テキスチャ付きの表面を有することを特徴とする請求項 4 1 に記載の L E D チップウェーハ。

【請求項 4 8】

前記被覆は、複数の燐光体を含むことを特徴とする請求項 4 1 に記載の L E D チップウェーハ。

【請求項 4 9】

前記被覆は、散乱粒子を含むことを特徴とする請求項 4 1 に記載の L E D チップウェーハ。

【請求項 5 0】

前記被覆は、燐光体を添加した接着剤を含むことを特徴とする請求項 4 1 に記載の L E D チップウェーハ。

【請求項 5 1】

前記接着剤は、シリコン、エポキシ、ガラス、スピンオンガラス、B C B、ポリイミド、およびポリマーからなる群の中の材料のうちの 1 つを含むことを特徴とする請求項 5 0 に記載の L E D チップウェーハ。

【請求項 5 2】

前記燐光体は、Y A G : C e を含むことを特徴とする請求項 5 0 に記載の L E D チップウェーハ。

【請求項 5 3】

前記脚柱は、1 つまたは複数のスタッドバンプを含むことを特徴とする請求項 4 1 に記載の L E D チップウェーハ。

【請求項 5 4】

前記 L E D は、I I I 族窒化物材料系の中の材料から形成されることを特徴とする請求項 4 1 に記載の L E D チップウェーハ。

【請求項 5 5】

前記基板ウェーハは、成長基板を含むことを特徴とする請求項 4 2 に記載の L E D チップウェーハ。

【請求項 5 6】

前記基板ウェーハは、キャリア基板を含むことを特徴とする請求項 4 2 に記載の L E D チップウェーハ。

【請求項 5 7】

前記 L E D は、L E D アレイ内で相互接続されることを特徴とする請求項 4 1 に記載の L E D チップウェーハ。

【請求項 5 8】

前記被覆の表面上の金属パッドは、前記露出した脚柱のうちの少なくとも一部を相互接続して、L E D アレイを形成することを特徴とする請求項 4 1 に記載の L E D チップウェーハ。

【請求項 5 9】

前記基板ウェーハに一体形成された反射層をさらに含むことを特徴とする請求項 4 1 に

10

20

30

40

50

記載のLEDチップウェーハ。

【請求項60】

前記基板ウェーハは、燐光体を添加した接着剤層を含むことを特徴とする請求項42に記載のLEDチップウェーハ。

【請求項61】

前記LEDは、成長基板の少なくとも一部分を含むことを特徴とする請求項41に記載のLEDチップウェーハ。

【請求項62】

前記LEDは基板上に設けられ、前記基板内のトレンチと、前記トレンチを埋める第2の被覆とをさらに含むことを特徴とする請求項41に記載のLEDチップウェーハ。

10

【請求項63】

前記被覆は、組成の異なる複数の層を含むことを特徴とする請求項41に記載のLEDチップウェーハ。

【請求項64】

前記LEDの少なくとも一部の周辺に第2の被覆を形成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項41に記載のLEDチップウェーハ。

【請求項65】

前記第2の被覆は、前記被覆とは異なる組成を有することを特徴とする請求項64に記載のLEDチップウェーハ。

【請求項66】

前記LEDおよび被覆から白色光を発することが可能であることを特徴とする請求項41に記載のLEDチップウェーハ。

20

【請求項67】

LEDと、

前記LEDに電氣的に接触する脚柱と、

前記LEDを少なくとも部分的に覆う被覆とを含み、前記脚柱は、前記被覆の表面まで延び、前記被覆の前記表面で露出することを特徴とする発光ダイオード(LED)チップ。

【請求項68】

前記LEDは、白色光を発することを特徴とする請求項67に記載のLEDチップ。

30

【請求項69】

前記LEDは、基板上に位置することを特徴とする請求項67に記載のLEDチップ。

【請求項70】

前記LED上にコンタクトをさらに含み、前記脚柱は、前記コンタクト上に形成されることを特徴とする請求項67に記載のLEDチップ。

【請求項71】

前記被覆は、燐光体を添加した接着剤を含むことを特徴とする請求項67に記載のLEDチップ。

【請求項72】

前記脚柱は、1つまたは複数のスタッドバンプを含むことを特徴とする請求項67に記載のLEDチップ。

40

【請求項73】

前記LEDは、III族窒化物材料系の中の材料を含むことを特徴とする請求項67に記載のLEDチップ。

【請求項74】

前記基板は、成長基板を含むことを特徴とする請求項69に記載のLEDチップ。

【請求項75】

前記基板ウェーハは、キャリア基板を含むことを特徴とする請求項67に記載のLEDチップ。

【請求項76】

50

前記基板に一体形成された反射層をさらに含むことを特徴とする請求項 6 7 に記載の LED チップウェーハ。

【請求項 7 7】

LED チップと、
前記 LED チップに電氣的に接触する脚柱と、
前記 LED チップを少なくとも部分的に覆う被覆であって、前記脚柱が前記被覆を貫通して前記被覆の表面まで延び、前記被覆の前記表面で露出する被覆と、
パッケージリードであって、前記脚柱が前記パッケージリードのうちの 1 つに電氣的に接続するパッケージリードと、
前記 LED チップおよび電氣的接続を取り囲む封止と

10

を含むことを特徴とする発光ダイオード (LED) パッケージ。

【請求項 7 8】

LED チップと、
前記 LED チップに電氣的に接触する脚柱と、
前記 LED チップを少なくとも部分的に覆う被覆であって、前記脚柱が前記被覆を貫通して前記被覆の表面まで延び、前記被覆の前記表面で露出する被覆と、
パッケージリードであって、前記脚柱が前記パッケージリードのうちの 1 つに電氣的に接続するパッケージリードとを含み、前記チップは、気密封止された覆いによって密閉される

ことを特徴とする発光ダイオード (LED) パッケージ。

20

【請求項 7 9】

前記 LED チップを、不活性雰囲気が大気圧以下で取り囲むことを特徴とする請求項 7 8 に記載の LED パッケージ。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、半導体装置を製作する方法に関し、より詳細には、発光ダイオードのウェーハレベルの被覆方法に関する。

【背景技術】

【0002】

発光ダイオード (LED) は、電気エネルギーを光に変換する固体装置であり、通常、反対にドーブした層間に挟まれた 1 つまたは複数の半導体材料の活性層を含む。ドーブした層間にバイアスがかけられると、正孔および電子が活性層内へ注入され、そこで再結合して光を生成する。光は、活性層および LED のすべての表面から発せられる。

30

【0003】

従来の LED は、それ自体の活性層から白色光を生成することができない。青色発光 LED からの光が、黄色燐光体、ポリマー、または染料で LED を取り囲むことによって、白色光に変換されてきた。典型的な燐光体は、セリウムをドーブしたイットリウムアルミニウムガーネット (Ce:YAG) である。(非特許文献 1 参照。また、Lowrey の特許文献 1 「Multiple Encapsulation of Phosphor-LED Devices」参照)。周囲の燐光体材料は、LED の青色光の一部の波長を「ダウンコンバート (down convert)」して、その色を黄色に変化させる。青色光の一部は、変化しないで燐光体を通過するが、光のかなりの部分は、黄色にダウンコンバートされる。LED は、青色と黄色の両方の光を発し、これらの光が結合して白色光を提供する。別の手法では、紫色または紫外線発光 LED からの光が、この LED を多色燐光体または染料で取り囲むことによって、白色光に変換されてきた。

40

【0004】

LED を燐光体層で被覆する従来の方法の 1 つは、シリンジまたはノズルを利用して、エポキシ樹脂またはシリコンポリマーと混合した燐光体を LED 上に射出する。しかし、この方法を使用すると、燐光体層の幾何形状および厚さを制御するのが困難になる可能性

50

がある。その結果、LEDから異なる角度で発する光は、異なる量の変換材料を通過する可能性があり、その結果、視る角度に応じて、LEDの色温度が均一でなくなる可能性がある。幾何形状および厚さを制御するのは難しいので、同じまたは類似の発光特性を有するLEDを一貫して複製することも困難になる可能性がある。

【0005】

LEDを被覆する別の従来の方法は、ステンシル印刷によるものである。この方法については、Loweryの特許文献2に記載されている。複数の発光半導体装置が、基板上に、隣接するLEDの間に所望の距離をあけて配置される。LEDに整合する開口を有するステンシルが用意される。これらの孔はLEDよりわずかに大きく、ステンシルはLEDより厚い。基板上にステンシルが位置決めされ、LEDはそれぞれ、ステンシル内のそれぞれの開口内に配置される。次いで、ステンシル開口内に組成物を堆積させてLEDを覆う。典型的な組成物は、熱または光によって硬化させることができるシリコンポリマーに入れた燐光体である。孔が埋められた後、ステンシルは基板から取り外され、ステンシル組成物は、硬化して固体になる。

10

【0006】

上記のシリンジの方法と同様に、ステンシルの方法を使用すると、燐光体を含むポリマーの幾何形状および層厚さを制御するのが困難になる可能性がある。ステンシル組成物は、ステンシル開口を完全に埋めない可能性があり、したがってその結果得られる層は、均一ではない。燐光体を含む組成物はまた、ステンシル開口に粘着する可能性があり、それによって、LED上に残留する組成物の量を低減させる。ステンシル開口はまた、LEDと位置がずれる可能性がある。これらの問題の結果、LEDの色温度が均一でなくなり、LEDを同じまたは類似の発光特性で一貫して複製するのが困難になる恐れがある。

20

【0007】

スピン被覆、スプレー被覆、静電堆積(ESD)、および電気泳動堆積(EPD)を含めて、LEDの様々な被覆工程が考慮されてきた。スピン被覆またはスプレー被覆などの工程では通常、燐光体の堆積中に接着剤材料を利用し、一方他の工程では、燐光体の堆積直後に接着剤を添加して燐光体の粒子/粉末を安定させる必要がある。

【0008】

これらの手法では、主な難題は、被覆工程後に装置上のワイヤーボンドパッドに接続することである。標準的なウェーハ製作技法によるワイヤーボンドに接続することは、典型的なシリコン接着材料、ならびにエポキシまたはガラスなどの他の接着剤材料では困難である。シリコンは、アセトンなどの一般に使用されるウェーハ製作材料、ならびに一部の顕色剤およびレジストストリップと親和性をもたない。このことは、特定のシリコンおよび工程ステップに対する選択肢および選択の幅を制限する可能性がある。シリコンはまた、一般に使用されるフォトレジストのガラス転移温度を超える高温(150超)で硬化する。燐光体を有する硬化したシリコン膜はまた、エッチングするのが困難であり、塩素およびCF₄プラズマでエッチング速度が非常に遅くなり、また硬化したシリコンの湿式エッチングは通常、非効率的である。

30

【先行技術文献】

【特許文献】

40

【0009】

【特許文献1】米国特許第5959316号明細書

【特許文献2】欧州特許出願公開第1198016号明細書

【特許文献3】米国特許第Re. 34861号明細書

【特許文献4】米国特許第4946547号明細書

【特許文献5】米国特許第5200022号明細書

【非特許文献】

【0010】

【非特許文献1】日亜化学工業株式会社、白色LED、部品番号NSPW300BS、NSPW312BSなど

50

【非特許文献2】John Lau, "Flip-Chip Technologies", McGraw Hill, 1996

【発明の概要】

【0011】

本発明は、ウェーハレベルでLEDチップなどの半導体装置を製作する新しい方法を開示し、かつそれらの方法を使用して製作されるLEDチップおよびLEDチップウェーハを開示する。本発明による発光ダイオード(LED)チップを製作する方法の1つは、複数のLEDを通常基板上に設けるステップを含む。これらのLED上に脚柱が形成され、脚柱はそれぞれ、LEDのうちの1つに電氣的に接触する。前記LEDを覆って被覆が形成され、この被覆は、脚柱の少なくとも一部を埋設する。次いで、被覆を平坦化して、被覆材料の一部をLED上に残しながら、埋設された脚柱の少なくとも一部を露出させ、これらの脚柱に接触できるようにする。本発明は、キャリア基板上にフリップチップ実装されたLEDを含むLEDチップを製作するために使用される類似の方法を開示する。本発明による類似の方法を、他の半導体装置を製作するために使用することもできる。

10

【0012】

本発明による方法を使用して製作される発光ダイオード(LED)チップウェーハの一実施形態は、基板ウェーハ上の複数のLEDと複数の脚柱とを含み、脚柱はそれぞれ、LEDのうちの1つに電氣的に接触する。これらのLEDを、被覆が少なくとも部分的に覆い、脚柱の少なくとも一部は、被覆を貫通して被覆の表面まで延びる。脚柱は、被覆の表面で露出する。

20

【0013】

本発明による方法を使用して製造される発光ダイオード(LED)チップの一実施形態は、基板上の1つのLEDと、LEDに電氣的に接触する1つの脚柱とを含む。このLEDを、被覆が少なくとも部分的に覆い、脚柱は、被覆を貫通して被覆の表面まで延び、かつ被覆の表面で露出する。

【0014】

本発明の特定の態様によれば、被覆は、LEDチップの活性領域から発せられる光のうち、の少なくとも一部をダウンコンバートして白色光を生成する燐光体粒子を含むことができ、それによって白色LEDチップを生成することができる。

【0015】

本発明の上記その他の態様および利点は、本発明の特徴を例として示す以下の詳細な説明および添付の図面から明らかになるであろう。

30

【図面の簡単な説明】

【0016】

【図1a】本発明による一方法における製作ステップでのLEDチップウェーハの一実施形態の断面図である。

【図1b】本発明による一方法における製作ステップでのLEDチップウェーハの一実施形態の断面図である。

【図1c】本発明による一方法における製作ステップでのLEDチップウェーハの一実施形態の断面図である。

【図1d】本発明による一方法における製作ステップでのLEDチップウェーハの一実施形態の断面図である。

40

【図1e】本発明による一方法における製作ステップでのLEDチップウェーハの一実施形態の断面図である。

【図2】反射層を有する、本発明によるLEDチップウェーハの別の実施形態の断面図である。

【図3a】本発明による別の方法における製作ステップでのフリップウェーハ(flip-wafer)接合されたLEDチップウェーハの一実施形態の断面図である。

【図3b】本発明による別の方法における製作ステップでのフリップウェーハ接合されたLEDチップウェーハの一実施形態の断面図である。

【図3c】本発明による別の方法における製作ステップでのフリップウェーハ接合された

50

LEDチップウェーハの一実施形態の断面図である。

【図3d】本発明による別の方法における製作ステップでのフリップウェーハ接合されたLEDチップウェーハの一実施形態の断面図である。

【図3e】本発明による別の方法における製作ステップでのフリップウェーハ接合されたLEDチップウェーハの一実施形態の断面図である。

【図4】反射層を有する、本発明によるLEDチップウェーハの別の実施形態の断面図である。

【図5a】予め製作された被覆を利用する、本発明による方法における製作ステップでのLEDチップウェーハの別の実施形態の断面図である。

【図5b】予め製作された被覆を利用する、本発明による方法における製作ステップでのLEDチップウェーハの別の実施形態の断面図である。

【図5c】予め製作された被覆を利用する、本発明による方法における製作ステップでのLEDチップウェーハの別の実施形態の断面図である。

【図5d】予め製作された被覆を利用する、本発明による方法における製作ステップでのLEDチップウェーハの別の実施形態の断面図である。

【図6a】被覆内に凹部を有する、本発明による方法における製作ステップでのLEDチップウェーハの別の実施形態の断面図である。

【図6b】被覆内に凹部を有する、本発明による方法における製作ステップでのLEDチップウェーハの別の実施形態の断面図である。

【図6c】被覆内に凹部を有する、本発明による方法における製作ステップでのLEDチップウェーハの別の実施形態の断面図である。

【図7】本発明によるLEDチップウェーハの別の実施形態の断面図である。

【図8】同じく本発明によるLEDチップウェーハの別の実施形態の断面図である。

【図9】本発明によるLEDアレイの一実施形態の断面図である。

【図10】本発明によるLEDアレイの別の実施形態の断面図である。

【図11】透明基板を有する、本発明によるLEDチップウェーハの一実施形態の断面図である。

【図12】透明基板を有する、本発明によるLEDチップウェーハの別の実施形態の断面図である。

【図13】本発明によるフリップチップLEDチップウェーハの別の実施形態の断面図である。

【図14】燐光体を添加したキャリア基板を有するLEDチップの別の実施形態の断面図である。

【図15a】トレンチを掘った基板を利用する、本発明による方法における製作ステップでのLEDチップウェーハの別の実施形態の断面図である。

【図15b】トレンチを掘った基板を利用する、本発明による方法における製作ステップでのLEDチップウェーハの別の実施形態の断面図である。

【図15c】トレンチを掘った基板を利用する、本発明による方法における製作ステップでのLEDチップウェーハの別の実施形態の断面図である。

【図15d】トレンチを掘った基板を利用する、本発明による方法における製作ステップでのLEDチップウェーハの別の実施形態の断面図である。

【発明を実施するための形態】

【0017】

本発明は、特にLEDなどの半導体装置のウェーハレベルの被覆に適用できる製作方法を提供する。本発明はまた、これらの方法を使用して製作されるLEDなどの半導体装置を提供する。本発明では、ウェーハレベルでLEDをダウンコンバータ層（たとえば、燐光体を添加したシリコン）で被覆できるようにしながら、なお、ワイヤーボンディングのためにコンタクトのうちの一つまたは複数に接続できるようにする。本発明の一態様によれば、LEDはウェーハレベルでありながら、LEDコンタクト（ボンドパッド）の一方または両方の上に導電性の脚柱/ポストが形成される。これらの脚柱は、電気メッキ、無

10

20

30

40

50

電解メッキ、スタッドバンピング (stud bumping)、または真空蒸着などの周知の技法を使用して製作することができる。次いで、ウェーハをダウンコンバータ被覆層でブランケット被覆して、LED、コンタクト、および脚柱を埋設することができる。脚柱はそれぞれ、そのコンタクトの垂直延長部として働き、ダウンコンバータ被覆によるブランケット被覆は一時的に脚柱を覆うが、その被覆を平坦化しかつ薄層化して、脚柱の上面または上部を露出させることができる。脚柱は、所望の最終被覆厚さを通して突出するのに十分な高さ(10~100 μm)にするべきである。平坦化した後、脚柱は、ワイヤーボンディングなどによる外部接続のために露出される。この工程はウェーハレベルで行われ、その後の製作ステップで、周知の工程を使用して、ウェーハから個々のLEDチップを分離/個片化することができる。

10

【0018】

本発明は、ブランケット被覆後にワイヤーボンドパッドに接続するための複雑なウェーハ製作工程をなくす。その代わりに、簡単でかつ費用効果の高い手法が利用される。この手法により、位置合わせを必要としないで、半導体装置のウェーハレベルの被覆を可能にする。燐光体を添加したシリコン混合物のスピン被覆、または燐光体の電気泳動堆積と、その後続くシリコンもしくは他の接着材料のブランケット被覆など、多種多様な被覆技術を使用することができる。機械的平坦化により、ウェーハ全体で厚さを均一にすることができ、また被覆の厚さの均一性は、広い厚さ範囲(たとえば、1から100 μm)にわたって実現することができる。白色LEDチップの色点は、反復手法(たとえば、研削、試験、研削など)を使用することを含めて、最終被覆厚さを制御することによって微調整

20

【0019】

本発明について、特定の実施形態を参照して本明細書に説明するが、本発明は、多くの異なる形式で実施することができ、本明細書に記載の実施形態に限定されるものとして解釈すべきでないことが理解される。特に、本発明について、通常燐光体を添加した接着剤(「燐光体/接着剤被覆」)を含むダウンコンバータ被覆でLEDを被覆することに関して以下に説明するが、本発明を使用して、ダウンコンバージョン、保護、光抽出、または散乱のために他の材料でLEDを被覆できることが理解される。燐光体接着剤は、散乱または光抽出粒子または材料を有することができ、また被覆は、電氣的に活性のものとする

30

【0020】

層、領域、または基板などのある要素が別の要素「上」にあるというときには、この要素が他方の要素に直接接していても、介在要素が存在してもよいことも理解される。さらに、1つの層または別の領域の関係を説明するために、「内側」、「外側」、「上部」、「上方」、「下部」、「下」、および「下方」などの相対的な用語ならびに類似の用語が本明細書で使用されることがある。これらの用語は、図に示す向きに加えて、装置の異なる向きも包含するものであることが理解される。

40

【0021】

様々な要素、構成要素、領域、層、および/または区分を説明するために、第1、第2などの用語が本明細書で使用されることがあるが、これらの要素、構成要素、領域、層、および/または区分は、これらの用語に限定されるべきではない。これらの用語は、ある要素、構成要素、領域、層、または区分を別の領域、層、または区分と区別するための

50

み使用される。したがって、以下で論じる第1の要素、構成要素、領域、層、または区分は、本発明の教示から逸脱することなく、第2の要素、構成要素、領域、層、または区分と呼ぶことができる。

【0022】

本発明の実施形態について、本発明の理想化した実施形態の概略図である横断面図を参照して本明細書に説明する。したがって、たとえば製造技法および/または公差の結果、図の形状からの相違が予想される。本発明の実施形態は、本明細書に示す領域の特定の形状に限定されるものとして解釈すべきではなく、たとえば製造から生じる形状の偏差を含むべきである。正方形または方形として図示または説明する領域は通常、正常な製造公差のために、角の丸いまたは湾曲した特徴を有する。したがって、図に示す領域は概略的な性質のものであり、それらの領域の形状は、装置の領域の厳密な形状を示すものではなく、本発明の範囲を限定するものではない。

10

【0023】

図1aから1eは、本発明による方法を使用して製造されるウェーハレベルのLEDチップ10の一実施形態を示す。ここで図1aを参照すると、LEDチップ10を、ウェーハレベルの製作工程で示す。すなわち、LEDチップ10は、ウェーハから個々のLEDチップへ分離/個片化される前に必要なすべてのステップを経たわけではない。LEDチップ10間の分離線またはダイシング(dicing)線を示すために破線が含まれ、追加の製作ステップに続いて、図1eに示すように、LEDチップを個々の装置に分離することができる。図1aから1eはまた、ウェーハレベルで2つの装置のみを示すが、単一のウェーハからさらに多くのLEDチップを形成できることが理解される。たとえば、寸法が1平方ミリメートル(mm²)のLEDチップを製作するとき、3インチ(7.62cm)のウェーハ上に最高4500個のLEDチップを製作することができる。

20

【0024】

LEDチップ10はそれぞれ、異なる形で構成された多くの異なる半導体層を有することができる半導体LED12を含む。LEDの製作および動作は、当技術分野では一般に周知であり、本明細書では簡単に論じるのみとする。LED10の層は、周知の工程を使用して製作することができ、適切な工程は、有機金属化学気相成長(MOCVD)を使用する製作である。LED12の層は通常、反対にドーブした第1のエピタキシャル層16と第2のエピタキシャル層18との間に挟まれた活性層/領域14を含み、これらの層はすべて、基板20上に次々に形成される。この実施形態では、LED12を、基板20上の別々の装置として示す。この分離は、活性領域14およびドーブした層16、18の一部分を基板20まで下にエッチングしてLED12間を開いた領域を形成することによって実現することができる。他の実施形態では、以下により詳細に説明するように、活性層14およびドーブした層16、18は、基板20上で連続する層のままとすることができ、LEDチップが個片化されるときに個々の装置に分離することができる。

30

【0025】

LED12には追加の層および要素を含むこともでき、それには、バッファ層、核形成層、コンタクト層、および電流広がり層、ならびに光抽出層および要素が含まれるが、それに限定されるものではないことが理解される。活性領域14は、単一量子井戸(SQW)、多重量子井戸(MQW)、ダブルヘテロ構造、または超格子構造を含むことができる。一実施形態では、第1のエピタキシャル層16はn型にドーブした層であり、第2のエピタキシャル層18はp型にドーブした層であるが、他の実施形態では、第1の層16をp型にドーブし、第2の層18をn型にドーブすることもできる。以下、第1のエピタキシャル層16および第2のエピタキシャル層18を、それぞれn型層およびp型層と呼ぶ。

40

【0026】

LED12の領域14および層16、18は、異なる材料系から製作することができ、好ましい材料系は、III族窒化物ベースの材料系である。III族窒化物とは、窒素と、周期律表のIII族内の元素、通常アルミニウム(Al)、ガリウム(Ga)、および

50

インジウム (In) との間で形成される半導体化合物を指す。III族窒化物という用語はまた、窒化アルミニウムガリウム (AlGaIn) および窒化アルミニウムインジウムガリウム (AlInGaIn) などの三元化合物および四元化合物も指す。好ましい実施形態では、n型層16およびp型層18は窒化ガリウム (GaN) であり、活性領域14はInGaInである。代替実施形態では、n型層16およびp型層18は、AlGaIn、アルミニウムガリウム砒素 (AlGaAs)、またはアルミニウムガリウムインジウム砒素リン (AlGaInAsP) とすることができる。

【0027】

基板20は、サファイア、炭化シリコン、窒化アルミニウム (AlN)、GaNなどの多くの材料から形成することができ、適切な基板は4H多形の炭化シリコンであるが、3C、6H、および15R多形を含む他の炭化シリコン多形を使用することもできる。炭化シリコンには、サファイアより密接にIII族窒化物と結晶格子整合するなどの特定の利点があり、その結果、より高い品質のIII族窒化物膜が得られる。炭化シリコンはまた、熱伝導性が非常に高く、したがって炭化シリコン上のIII族窒化物装置の総出力電力は、(サファイア上に形成された一部の装置の場合のように) 基板の熱放散によって制限されない。SiC基板は、ノースカロライナ州DurhamのCree Research, Inc. から入手可能であり、それらの基板を生成する方法は、学術文献、ならびに特許文献3、特許文献4、および特許文献5に記載されている。図示の実施形態では、基板20はウェーハレベルであり、複数のLED12がウェーハ基板20上に形成される。

10

【0028】

LED12はそれぞれ、第1のコンタクト22および第2のコンタクト24を有することができる。図示の実施形態では、LEDは垂直の幾何形状を有し、第1のコンタクト22が基板20に接し、第2のコンタクト24がp型層18に接している。第1のコンタクト22は基板上の1つの層として示すが、LEDチップがウェーハから個片化されるとき、第1のコンタクト22もまた分離され、したがって各LEDチップ10が、第1のコンタクト22のそれ自体の部分で有する。第1のコンタクト22に印加される電気信号は、n型層16内に広がり、第2のコンタクト24に印加される信号は、p型層18内に広がる。III族窒化物装置の場合、通常、p型層18の一部またはすべてを薄い半透明の電流広がり層で覆うことがよく知られている。第2のコンタクト24は、通常白金 (Pt) などの金属または酸化インジウムスズ (ITO) などの透明導電酸化物の層を含むことができることが理解される。以下、第1のコンタクト22および第2のコンタクト24を、それぞれn型コンタクトおよびp型コンタクトと呼ぶ。

20

30

【0029】

本発明はまた、両方のコンタクトがLEDの上部に位置する横方向の幾何形状を有するLEDとともに使用することもできる。p型層18および活性領域の一部分は、エッチングなどによって除去されて、n型層16上にコンタクトメサを露出させる。活性領域14およびp型層18の除去される部分の境界を、垂直の破線25によって示す。n型層16のメサ上に、第2の横方向のn型コンタクト26 (同じく破線で示す) が設けられる。これらのコンタクトは、周知の堆積技法を使用して堆積させた周知の材料を含むことができる。

40

【0030】

次に図1bを参照すると、本発明によれば、LED12の被覆後p型コンタクト24に電氣的に接触するために利用されるp型コンタクト脚柱28が、p型コンタクト24上に形成される。脚柱28は、多くの異なる導電材料から形成することができ、また電気メッキ、無電解メッキ、またはスタッドバンピングなどの多くの異なる周知の物理的または化学的堆積工程を使用して形成することができる。好ましいコンタクト脚柱は、金 (Au) であり、スタッドバンピングを使用して形成される。この方法は通常、最も容易でかつ最も費用効果の高い手法である。脚柱28は、Auのほかに、銅 (Cu)、ニッケル (Ni)、もしくはインジウム、またはこれらの組合せなど、他の導電材料から形成することもできる。

50

【0031】

スタッドバンプを形成する工程は一般に周知であり、本明細書では簡単に論じるのみとする。スタッドバンプは、従来のワイヤーボンディングで使用される「ボールボンディング (ball bonding)」工程の修正形態によって、コンタクト (ボンドパッド) 上に配置される。ボールボンディングでは、ボンドワイヤーの先端部を溶融させて、球を形成する。ワイヤーボンディング工具は、この球をコンタクトに押し付けて、機械力、熱、および/または超音波エネルギーをかけ、金属接続を生成する。次にワイヤーボンディング工具は、金ワイヤーをボード、基板、またはリード枠上の接続パッドまで延ばし、そのパッドへの「ステッチ (stitch)」接合を行い、そしてボンドワイヤーを切断することによって終了して、別のサイクルを開始する。スタッドバンプでは、第1のボールボンドは記載のように形成されるが、次いでワイヤーは、ボールのすぐ上方で切断される。その結果、金ボールまたは「スタッドバンプ」がコンタクト上に残り、下層のコンタクト金属への恒久的で信頼性の高い接続を提供する。次いでスタッドバンプを機械的圧力によって平滑化 (または「コイニング (coined)」) して、上面をより平滑にしかつバンプ高さをより均一にしながら、同時に残りのあらゆるワイヤーをボール内に押し入れる。

10

【0032】

脚柱28の高さは、燐光体を添加した接着剤被覆の所望の厚さに応じて変動させることができ、LEDから燐光体を添加した接着剤被覆の上面に一致しまたはその上方へ延びるのに十分な高さにするべきである。この高さは、200 μ mを上回ることができ、典型的な脚柱高さは、20から60 μ mの範囲内である。いくつかの実施形態では、2つ以上のスタッドバンプを積み重ねて、所望の脚柱高さを実現することができる。スタッドバンプまたは他の形の脚柱28はまた、光損失を最小限にするために、反射層を有することができる、または反射材料から形成することができる。

20

【0033】

図示の垂直の幾何形状型のLED12では、p型コンタクト24に必要な脚柱28は1つのみである。代替の横方向の幾何形状のLEDでは、横方向の幾何形状のn型コンタクト26上に、p型脚柱28と実質上同じ高さで通常同じ材料からなる第2のn型脚柱30 (破線で示す) が、同じ工程を使用して形成される。

【0034】

次に図1cを参照すると、ウェーハは、燐光体/接着剤被覆32によって覆われる。被覆32は、各LED12およびそのコンタクト22を覆い、その厚さは、脚柱28を覆う/埋設するような厚さである。横方向の幾何形状の装置では、コンタクト26および脚柱30も埋設される。本発明は、ウェーハレベルでLED12を覆って燐光体被覆を堆積させ、特定の装置またはフィーチャ上の位置合わせを必要としないという利点を提供する。その代わりに、ウェーハ全体が覆われ、それによって、より簡単でかつより費用効果の高い製作工程を実現する。燐光体被覆は、スピン被覆、電気泳動堆積、静電堆積、印刷、ジェット印刷、またはスクリーン印刷などの異なる工程を使用して塗布することができる。

30

【0035】

好ましい実施形態では、燐光体は、燐光体/接着剤混合物の形で、スピン被覆を使用して、ウェーハを覆って堆積させることができる。スピン被覆は、当技術分野では一般に周知であり、通常、所望の量の接着剤と燐光体の混合物を基板の中心に堆積させるステップと、基板を高速で回転させるステップとを含む。遠心加速度により、混合物は基板の縁部まで広がり、最終的に基板の縁部から離れる。最終層厚さおよび他の特性は、混合物の性質 (粘性、乾燥速度、燐光体の百分率、表面張力など) およびスピン工程に対して選択するパラメータに依存する。大きなウェーハでは、基板を覆って燐光体/接着剤混合物を分注してから基板を高速で回転させることが有用である可能性がある。

40

【0036】

別の実施形態では、燐光体は、周知の電気泳動堆積方法を使用して、ウェーハ上に堆積させる。このウェーハおよびそのLEDを、液体中に懸濁させた燐光体粒子を含む溶液に

50

露出させる。溶液とLEDとの間に電気信号を印加して電界を発生させると、燐光体粒子はLEDまで泳動し、その上に堆積する。この工程では通常、燐光体がLEDを覆って粉末の形で残る。次いで、この燐光体を覆って接着剤を堆積させることができ、燐光体粒子は接着剤中に沈下して、被覆32を形成する。接着剤被覆は、多くの周知の方法を使用して塗布することができ、一実施形態では、接着剤被覆は、スピン被覆を使用して塗布することができる。

【0037】

次いで、使用される接着剤の種類などの異なる要因に応じて多くの異なる硬化方法を使用して、燐光体/接着剤被覆32を硬化させることができる。異なる硬化方法には、熱硬化、紫外線(UV)硬化、赤外線(IR)硬化、または空気硬化が含まれるが、それに限定されるものではない。

10

【0038】

異なる要因が、最終LEDチップ内の燐光体/接着剤被覆によって吸収されるLED光の量を決定する。これらの要因には、燐光体粒子の寸法、燐光体添加の百分率、接着剤材料の種類、燐光体の種類と発せられる光の波長との間の整合の効率、および燐光体/接着層の厚さが含まれるが、それに限定されるものではない。これらの異なる要因を制御して、本発明によるLEDチップの発光波長を制御することができる。

【0039】

接着剤には異なる材料を使用することができ、好ましくは、硬化後頑丈であり、かつ可視波長スペクトルで実質上透明なものである。適切な材料には、シリコン、エポキシ、ガラス、スピンオンガラス、BCB、ポリイミド、およびポリマーが含まれ、好ましい材料は、高電力のLEDで透明性および信頼性が高いことから、シリコンである。適切なフェニルベースおよびメチルベースのシリコンは、Dow(登録商標) Chemicalから市販されている。他の実施形態では、接着剤材料は、チップ(半導体材料)および成長基板などのフィーチャと屈折率が整合するように設計することができ、それによって、内部全反射(TIR)を低減させかつ光抽出を改善することができる。

20

【0040】

本発明による被覆32では、多くの異なる燐光体を使用することができる。本発明は特に、白色光を発するLEDチップに適合される。本発明による一実施形態では、LED12は青色波長スペクトル内の光を発し、燐光体が青色光の一部を吸収して黄色を再び発する。LEDチップ10は、青色光および黄色光からなる白色光の組合せを発する。一実施形態では、燐光体は、市販のYAG:Ceを含むが、 $Y_3Al_5O_{12}:Ce$ (YAG)などの $(Gd, Y)_3(Al, Ga)_5O_{12}:Ce$ 系に基づいて燐光体から形成された変換粒子を使用すると、広い黄色スペクトル全域の発光が可能である。白色発光LEDチップに使用できる他の黄色燐光体には、

30

$Tb_{3-x}RE_xO_{12}:Ce$ (TAG); RE = Y, Gd, La, Lu、または
 $Sr_{2-x-y}Ba_xCa_ySiO_4:Eu$
 が含まれる。

【0041】

白色色相の異なる白色(温白色)のCRIをより高くするために、第1および第2の燐光体を結合することもでき、上記の黄色燐光体は、赤色燐光体と結合される。異なる赤色燐光体を使用することができ、それには、

40

$Sr_xCa_{1-x}S:Eu, Y$; Y = ハロゲン化合物、
 $CaSiAlN_3:Eu$ 、または
 $Sr_{2-y}Ca_ySiO_4:Eu$
 が含まれる。

【0042】

他の燐光体を使用して、実質上すべての光を特定の色に変換することによって、飽和色発光を作り出すこともできる。たとえば、以下の燐光体を使用して、緑色飽和光を生成することができる。

50

$SrGa_2S_4 : Eu$ 、
 $Sr_{2-y}Ba_ySiO_4 : Eu$ 、または
 $SrSi_2O_2N_2 : Eu$ 。

【0043】

以下に、LEDチップ10内で変換粒子として使用されるいくつかの追加の適切な燐光体を挙げるが、他の燐光体を使用することもできる。それぞれ、青色および/またはUV発光スペクトルで励起を示し、所望のピーク発光を提供し、効率的な光変換を有し、かつ許容可能なストークスシフトを有する。

黄色/緑色

$(Sr, Ca, Ba)(Al, Ga)_2S_4 : Eu^{2+}$
 $Ba_2(Mg, Zn)Si_2O_7 : Eu^{2+}$
 $Gd_{0.46}Sr_{0.31}Al_{1.23}O_xF_{1.38} : Eu^{2+}_{0.06}$
 $(Ba_{1-x-y}Sr_xCa_y)SiO_4 : Eu$
 $Ba_2SiO_4 : Eu^{2+}$

10

赤色

$Lu_2O_3 : Eu^{3+}$
 $(Sr_{2-x}La_x)(Ce_{1-x}Eu_x)O_4$
 $Sr_2Ce_{1-x}Eu_xO_4$
 $Sr_{2-x}Eu_xCeO_4$
 $SrTiO_3 : Pr^{3+}, Ga^{3+}$
 $CaAlSiN_3 : Eu^{2+}$
 $Sr_2Si_5N_8 : Eu^{2+}$

20

【0044】

異なる寸法の燐光体粒子を使用することができ、それには、寸法10~100ナノメートル(nm)の粒子から寸法20~30μm以上の粒子が含まれるが、それに限定されるものではない。通常、粒子寸法をより小さくすると、より大きな寸法の粒子より良好に色を散乱しかつ混合して、より均一な光を提供する。より大きな粒子は通常、より小さな粒子と比較すると、光を変換するのにより効率的であるが、あまり均一でない光を発する。一実施形態では、粒子寸法は、2~5μmの範囲内である。他の実施形態では、被覆32は、単色光源または多色光源に対して、異なる種類の燐光体を含むことができ、または複数の燐光体被覆を含むことができる。

30

【0045】

被覆32はまた、接着剤中に異なる濃度または添加量の燐光体材料を有することができ、典型的な濃度は、30~70重量%の範囲内である。一実施形態では、燐光体濃度は約65重量%であり、好ましくは、接着剤全体にわたって均一に分散される。他の実施形態ではさらに、被覆は、異なる濃度または種類の燐光体からなる複数の層を含むことができ、あるいは第1の透明シリコン被覆を堆積させ、その後続いて燐光体を添加した層を堆積させることができる。

【0046】

上に論じたように、脚柱28(および横方向の装置の場合の脚柱30)は、被覆32によって埋設され、それによってLEDチップ10を、位置合わせを必要としないで被覆することができる。LEDチップの最初の被覆後、脚柱28を露出させるために、さらなる加工が必要とされる。次に図1dを参照すると、被覆32は、被覆の上面から脚柱28が露出するように、薄層化または平坦化される。研削、ラッピング(lapping)、またはポリッシング(polishing)などの周知の機械工程を含む多くの異なる薄層化工程を、好ましくは接着剤が硬化した後に、使用することができる。他の製作方法は、硬化する前に被覆を薄層化するためのスキージを含むことができ、または、被覆が硬化する前に加圧平坦化を使用することもできる。他の実施形態ではさらに、物理的もしくは化学的エッチング、またはアブレーションを使用して、被覆を薄層化することができる。薄層化工程では、脚柱を露出させるだけでなく、被覆を平坦化し、かつ被覆の最終厚さを制

40

50

御することもできる。

【0047】

平坦化後、被覆の表面粗さの実効値は、約10nm以下になるべきであるが、表面は、他の表面粗さ測定値を有することもできる。いくつかの実施形態では、平坦化中に、表面にテキスチャを付けることができる。他の実施形態では、平坦化後に、光抽出を高めるために、レーザテキスチャリング (texturing)、機械成形、エッチング (化学もしくはプラズマ)、または他の工程などによって、被覆または他の表面にテキスチャを付けることができる。テキスチャリングの結果、表面特徴は、高さまたは深さ0.1~5μmになり、好ましくは0.2~1μmになる。他の実施形態では、光抽出を改善するために、LED12の表面にもテキスチャを付けまたは成形することができる。

10

【0048】

次に図1eを参照すると、ダイシング、スクライブ (scribe) および破断、またはエッチングなどの周知の方法を使用して、個々のLEDチップ10をウェーハから個片化することができる。個片化工程では、LEDチップ10をそれぞれ分離し、各LEDチップ10は実質上同じ厚さの被覆32を有し、その結果、実質上同じ量の燐光体および発光特性を有する。これにより、類似の発光特性を有するLEDチップ10を、確実にかつ一貫して製作することが可能になる。個片化後LEDチップは、燐光体を加えるためのさらなる加工を必要としないで、パッケージ内に、またはサブマウントもしくはプリント回路ボード (PCB) に取り付けることができる。一実施形態では、パッケージ/サブマウント/PCBは、従来のパッケージリードを有することができ、これらのリードに、脚柱が電氣的に接続される。次いで、従来の封止により、LEDチップおよび電氣的接続を取り囲むことができる。別の実施形態では、気密封止された覆いによって、LEDチップを密封することができ、不活性雰囲気、LEDチップを大気圧以下で取り囲む。

20

【0049】

LEDチップ10では、基板20の方へ発せられるLED12からの光は、燐光体/接着剤被覆32を通過しないで、LEDチップ10から基板を通過することができる。これは、光の特定の色または色相を生成するのにふさわしいことがある。この基板の発光を防止または最小化すべき実施形態では、基板20の方へ発せられるLED12からの光が阻止または吸収されるように、基板20を不透明にすることができ、したがって、LEDチップ10から発する光の大部分は、被覆32を通過した光からくるようにする。

30

【0050】

図2は、図1aから1eに示した前述のLEDチップ10に類似しているが、LEDチップ40の上部の方へのLEDチップの発光を促しかつ基板20内を通過する光を最小限にするための追加の特徴を有するLEDチップ40の別の実施形態を示す。LEDチップ10内の特徴と類似の特徴には、同じ参照番号をここでも使用する。LEDチップ40はそれぞれ、基板20上に形成されたLED12を含み、LED12は、基板20上に次々に形成されたn型層16と、活性領域14と、p型層18とを有する。LEDチップ40は、n型コンタクト22と、p型コンタクト24と、p型脚柱28と、被覆32とをさらに含む。被覆32を平坦化して脚柱28を露出させる。別法として、LEDチップ40は、追加の脚柱30を有する横方向の幾何形状を有することができる。

40

【0051】

LEDチップ40はまた、活性領域から基板20の方へ発せられる光を再びLEDチップ40の上部の方へ反射するように構成された反射層42を含む。この反射層42は、基板20を通る光など、LED12からの光のうち変換材料を通過しないでLEDチップ40から発する光の放出を低減させ、LEDチップ40の上部の方へ被覆32を通る発光を促進する。

【0052】

反射層42は、異なる形で、LEDチップ40内の異なる位置に配置することができ、図示の層42は、n型層16と基板20との間に配置される。この層はまた、基板20上でLEDチップ12の垂直縁部を越えて延びることができる。他の実施形態では、反射層

50

は、n型層16と基板との間だけに位置する。層42は異なる材料を含むことができ、それには、分布型ブラッグ反射器(DBR)などの金属または半導体反射器が含まれるが、それに限定されるものではない。

【0053】

前述のように、活性領域14ならびにn型層16およびp型層18は、LED12間の破線によって示すように、基板20上の連続する層とすることができる。これらの実施形態では、LEDチップ40が個片化されるステップまで、LEDは分離されない。したがって、その結果得られるLEDチップは、LEDの上面を覆って被覆層32を有することができる。これにより、LED12の側面からの活性領域光の放出が可能なりうるが、これらのLEDを周囲のフィーチャに関連して利用する実施形態では、燐光体材料に遭遇しない光のこうした放出は、燐光体材料を通過する光の量と比較すると、極めて少なくすることができる。

10

【0054】

本発明による方法を使用して、多くの異なる装置およびLEDを被覆することができる。図3aから3eは、図1aから1eに示した前述のLEDチップ10とは異なる構造を有する異なるLEDチップ60を示す。まず図3aを参照すると、LEDチップ60もまた、ウェーハレベルであり、個片化前のものを示す。LEDチップ60はLED62を含み、LED62は、成長基板上に位置するのではなく、その代わりに、キャリア基板64にフリップウェーハ接合される。この実施形態では、成長基板は、図1aから1e内の成長基板20に対して前述した材料を含むことができるが、この実施形態では、成長基板は、フリップウェーハ接合後(または前)に除去される。この基板は、周知の研削および/またはエッチング工程を使用して除去される。LED62は、層66によってキャリア基板64に取り付けられる。層66は通常、1つまたは複数の接合/金属層であり、層66に入射する光を反射する働きもする。他の実施形態では、成長基板または少なくとも成長基板の一部はあとに残る。成長基板または残った部分は、LED62からの光抽出を高めるように成形する、またはテキスチャを付けることができる。

20

【0055】

LEDには多くの異なる材料系を使用することができ、好ましい材料系は、前述のように周知の工程を使用して成長させたIII族窒化物材料系である。図1~5内のLED12と同様に、LED62はそれぞれ、通常、n型エピタキシャル層70とp型エピタキシャル72との間に挟まれた活性領域68を含むが、他の層を含むこともできる。LED62はフリップウェーハ接合されるので、上層はn型層70であり、p型層72は、活性領域68と接合/金属層66との間に配置された底層である。キャリア基板は、多くの異なる周知の材料とすることができ、適切な材料はシリコンである。

30

【0056】

垂直の幾何形状のLEDチップ60では、LEDのそれぞれの上面にn型コンタクト74を含むことができ、キャリア基板64に接してp型コンタクト76を形成することができる。n型コンタクト74およびp型コンタクト76はまた、図1aから1eに示した前述の第1のコンタクト22および第2のコンタクト24に類似の周知の技法を使用して堆積させた従来の導電材料から形成することができる。同じく前述のように、LEDは、横方向の幾何形状を有することができる、n型およびp型コンタクトは、LEDの上部に位置する。

40

【0057】

次に図3bを参照すると、LEDチップ60はそれぞれ、その第1のコンタクト70上に形成された脚柱78を有することができる、各脚柱は、図1bから1e内の脚柱28に対して前述したものと同一材料から、同じ方法を使用して形成される。次いで、図3cに示すように、LEDチップウェーハを、好ましくは燐光体を添加した接着剤を含むブランケット被覆80によって覆うことができる。図1cから1eに示した前述の被覆32の場合と同じ燐光体および接着剤を使用することができ、同じ方法を使用して堆積させることができる。被覆80は、LED62、LED62の第1のコンタクト74、および脚柱78

50

を覆いかつ埋設する。被覆 80 は、位置合わせステップなしで堆積させる。

【0058】

次に図 3 d を参照すると、被覆 80 を平坦化または薄層化して、脚柱 78 を露出させ、かつ前述の方法を使用して被覆 80 の厚さを制御することができる。次に図 3 e を参照すると、前述の方法を使用して、個々の LED チップ 60 をウェーハから個片化することができる。次いで、これらの装置を、サブマウントまたは PCB にパッケージングまたは取り付けることができる。他の実施形態では、キャリア基板を除去して、被覆された LED を残すことができ、次いでこの LED を、サブマウントまたは PCB にパッケージングまたは取り付けることができる。

【0059】

フリップウェーハ接合された LED はまた、所望の方向への発光を促すための反射要素または層を有することができる。図 4 は、図 3 a から 3 e に示した前述の LED チップ 60 に類似のウェーハレベルの LED チップ 90 を示す。類似の特徴には、同じ参照番号をここでも使用し、垂直の幾何形状の LED 62 を有する LED チップ 90 を示すが、横方向の幾何形状の LED も使用できることが理解される。LED チップ 90 は、基板 64 に取り付けられた LED 62 を含む。基板 64 は、キャリア基板でも成長基板でもよい。LED 62 はそれぞれ、前述のように、活性層 68 と、n 型層 70 と、p 型層 72 と、p 型コンタクト 76 と、n 型コンタクト 74 と、脚柱 78 とを含み、この LED を覆って、同じく前述のように、燐光体を添加した接着剤被覆 80 が形成される。しかし、この実施形態では、LED 62 と基板 64 との間に反射層 92 が含まれる。反射層 92 は、DBR などの高反射性の金属構造または反射性の半導体構造を含むことができる。反射層 92 は、基板 64 の方へ発せられる LED 光を反射し、光が基板内へ通過するのを防止するのに役立つ。光の少なくとも一部は、基板 64 によって吸収することができる。またこれにより、LED チップ 90 から LED チップ 90 の上部の方への発光を促す。特に基板 64 がキャリア基板である実施形態では、反射層の下方にまたは他の位置に、接合/金属層(図示せず)を含むこともできることが理解される。LED チップ 90 はまた、下方の層とのオーム接触を促すために、p 型層 72 に隣接して p コンタクト層を含むことができる。

【0060】

図 5 a から 5 d は、図 3 a から 3 e に示した前述の LED チップ 60 に類似の、本発明によって製作される LED チップ 100 の別の実施形態を示す。しかし、この方法はまた、図 1 a から 1 e に示した前述の実施形態などのフリップウェーハ接合されていない実施形態でも使用できることが理解される。まず図 5 a を参照すると、LED チップ 100 は、基板 64 に取り付けられた垂直の LED 62 を含む。基板 64 はこの場合、キャリア基板である。前述のように、横方向の LED を使用することもできることが理解される。LED 62 はそれぞれ、前述のように、活性層 68 と、n 型層 70 と、p 型層 72 と、p 型コンタクト 76 と、n 型コンタクト 74 と、脚柱 78 とを含む。しかし、LED チップ 100 は、予め製作された被覆層 102 によって覆われる。被覆層 102 は、同じく前述の材料から形成された接着剤内に与えられた前述の燐光体(および他の)材料を有することができる。

【0061】

次に図 5 b を参照すると、層 102 が、LED 62 および脚柱 78 上に配置されてそれらを覆い、共形被覆を提供する。一実施形態では、層 102 と LED チップ 100 との間に接着のための接合材料を含むことができ、シリコンまたはエポキシなどの典型的な接着剤が使用される。共形被覆をさらに促すために、層 102 を加熱することができ、または、真空をかけて、LED チップ 100 を覆うように層 102 を下方へ引き寄せさせることができる。また、層 102 をより容易に LED チップになじませるように、接着剤が完全に硬化していない状態で層 102 を用意することもできる。層 102 の共形配置後、接着剤を露出させて最終的に硬化させることができる。

【0062】

次に図 5 c を参照すると、前述の方法を使用して層 102 を平坦化して、脚柱 78 を露

10

20

30

40

50

出させ、脚柱78に接触できるようにすることができる。次いで、図5dに示すように、前述の方法を使用して、LEDチップ100を個片化することができる。

【0063】

LEDチップ100のための製作方法により、層102の厚さを制御することによって、燐光体/接着剤の厚さを精密に制御することが可能になる。また、この方法により、LEDチップ100の異なる所望の発光特性に対して、異なる層厚さおよび組成を使用することが可能になる。

【0064】

図6aから6cは、LEDチップ60に類似の、本発明によるLEDチップ110のさらに別の実施形態を示す。まず図9aを参照すると、LEDチップ110はそれぞれ、基板64に取り付けられた垂直のLED62を有する。基板64は、キャリア基板でも成長基板でもよい。LED62はそれぞれ、前述のように、活性層68と、n型層70と、p型層72と、p型コンタクト76と、n型コンタクト74と、脚柱78とを含む。LED62を覆って、前述の材料から形成された被覆112が含まれ、脚柱78を埋設する。

10

【0065】

図6bを参照すると、この実施形態では、被覆112は、脚柱78を露出させるために平坦化されない。その代わりに、被覆は、脚柱より高い高さのままであり、被覆112のうちの脚柱78を埋設する部分が除去されて、被覆112内に凹部114を残す。脚柱78は、接触のために、凹部114を通じて露出される。従来のパターンニング(patterning)またはエッチング工程などの多くの異なる方法を使用して、被覆を除去することができる。次に図6cを参照すると、次いで、前述の方法を使用して、LEDチップ110を個片化することができる。

20

【0066】

凹部114を形成するこの方法は、被覆112の平坦化と併せて使用することができる。層112は、LEDチップ110の所望の発光特性を提供する高さまで平坦化することができ、その高さは、脚柱78より上方であってもよい。次いで、脚柱に接続できるように、凹部114を形成することができる。これにより、被覆より低く高さを低減させた脚柱を形成することができ、それによって、脚柱78の形成に係る製作コスト低減させることができる。この工程では、凹部の形成との何らかの位置合わせを必要とする可能性があるが、被覆112は依然として、位置合わせを必要としないで塗布される。

30

【0067】

上記のLEDチップの実施形態内の脚柱について、Au、Cu、Ni、またはInなどの導電材料を含み、好ましくはスタッドバンピング工程を使用して形成されるものとして説明した。別法として、脚柱は、異なる材料から形成することができ、また、異なる方法を使用して形成することができる。図7は、キャリア基板124上にフリップウェーハ接合されたLED122を含む、LEDチップ120の別の実施形態を示す。この実施形態では、脚柱136は、通常脚柱136の形で形成される半導体材料138を含む。半導体材料138は、第1のコンタクト上に位置することができ、または図示のように、第1のエピタキシャル層130上に位置することもできる。半導体材料138の上面に、導電材料からなる脚柱層140が含まれ、第1のエピタキシャル層130の上面まで延び、n型

40

【0068】

半導体材料138は、多くの異なる形で形成することができ、LEDエピタキシャル層材料または成長基板材料、たとえばGaN、SiC、サファイア、Siを含む材料などの多くの異なる材料を含むことができる。一実施形態では、半導体材料138をエピタキシャル層からエッチングし、次いで脚柱層140で被覆することができる。他の実施形態では、LED122から成長基板を除去している間、成長基板の一部をエピタキシャル層上に残すことができる。次いで、残った成長基板部分を、脚柱層140によって覆うことができる。

【0069】

50

図8は、図7内のLEDチップ120に類似の、なおウェーハ形状のLEDチップ150の別の実施形態を示す。類似の特徴には、同じ参照番号をここでも使用する。LEDチップ150は、接合/金属層126によってキャリア基板124上にフリップウェーハ接合されたLED122を含む。LED122のそれぞれの上で、好ましくはn型コンタクト155上に、脚柱154が形成される。脚柱154は、実質上脚柱154の形状のパターニング可能な材料156を含み、材料156は、第1のコンタクト152まで延びる導電材料の脚柱層158で覆われる。パターニング可能な材料156は、BCB、ポリイミド、および誘電体などの、LED製作および動作に適合する異なる材料を含むことができる。これらの材料は、周知の工程を使用してLED112上に形成することができる。別法として、脚柱154は、銀エポキシまたは印刷可能なインクなどのパターニング可能な導電材料を使用して形成することができ、その場合、層158は必ずしも必要でない。脚柱を製作する他の方法および手法を使用することもでき、そのいくつかは、非特許文献2に記載されている。

10

【0070】

上記の実施形態と同様に、LEDチップ120および150を含むウェーハを被覆材料層によって覆い、LEDチップおよびそれらの脚柱を埋設することができる。被覆材料は、前述の燐光体および接着剤を含むことができ、また前述の方法を使用して薄層化し、被覆材料から脚柱を露出させることができる。次いで、前述の方法を使用して、LEDチップを個片化することができる。

20

【0071】

本発明を使用して、ウェーハレベル発光体アレイを製作することもできる。図9は、接合/金属層176によってキャリア基板174上にフリップウェーハ接合されたLED172を含むウェーハレベルLEDアレイ170の一実施形態を示す。これらのLEDは、第1のエピタキシャル層180と第2のエピタキシャル層182との間に活性領域178を含み、第1のコンタクト184が第1のエピタキシャル層180上に位置する。第1のコンタクト184上に脚柱186が含まれ、燐光体を添加した接着剤被覆の被覆188がLED172、コンタクト184、および脚柱186を覆い、被覆を薄層化して脚柱186の上部を露出させる。しかしLEDアレイ170では、個々のLEDチップは個片化されない。その代わりに、LED172の表面に相互接続金属パッド190が含まれ、脚柱186の露出した上部を並列に相互接続する。金属パッド190に印加される電気信号は、金属パッド190に結合された脚柱186を有するLEDに伝わり、アレイ内のLEDを点灯させる。LEDアレイは、金属パッド190によって相互接続されたLEDに応じて、列またはブロックなどの異なる形で構成された多くの異なる数のLEDを含むことができることが理解される。

30

【0072】

図10は、同じくキャリア基板204にフリップウェーハ接合されたLED202を有し、LED202がそれぞれ、第1のエピタキシャル層210と第2のエピタキシャル層212との間に活性領域208を含む、本発明によるLEDアレイ200の別の実施形態を示す。第1のエピタキシャル層210上に第1のコンタクト214が位置し、第1のコンタクト214上に脚柱216が形成される。LED202、第1のコンタクト214、および脚柱216を覆って、燐光体を添加した接着剤被覆218が含まれ、脚柱216の上面を露出させる。LED202は、電気絶縁接合層220によってキャリア基板204に取り付けられ、各LED202と絶縁接合層220との間にpコンタクト222が位置する。LED202間で、pコンタクトと被覆218の表面との間に導電バイア224が通され、被覆218の表面で、各ポスト224とそれぞれの隣接する脚柱216との間にそれぞれの金属パッド226が通される。この構成により、LED202が直列アレイで接続されるようなLED202間の導電経路を実現し、LED間の導電経路は、絶縁接合層220によって基板から分離される。金属パッドに印加される電気信号は、各LEDの中を進み、アレイ内のLEDに発光させる。LEDアレイ200は、金属パッド226によって相互接続されたLEDに応じて、列またはブロックなどの異なる形で構成された多

40

50

くの異なる数のLEDを含むことができることが理解される。

【0073】

本発明によれば、異なる構造を有する多くの異なるLEDチップを製作することができる。図11は、図1aから1eに示した前述のLEDチップ10と同様に構成された、本発明によるLEDチップ350の別の実施形態を示す。類似の特徴には、同じ参照番号をここでも使用する。LEDチップ350は、垂直の幾何形状を有し、LED12を含み、LED12はそれぞれ、n型エピタキシャル層16とp型エピタキシャル層18との間に活性領域14を含む。p型コンタクト24上に脚柱28が形成され、燐光体を添加した接着剤被覆32がLED12を覆う。しかし、この実施形態では、LED12は透明基板352上に位置し、基板352に接してLED12の反対側に反射層354を形成することができる。LED12からの光は、損失を最小にしながら、基板352を通過し、反射層354から再び反射することができる。コンタクト22と基板352との間に反射層354を示すが、反射層354を最低層として、反射層354と基板352との間にコンタクト22を配置するなどの異なる形で構成できることが理解される。

10

【0074】

図12はまた、同じく図1aから1e内のLEDチップと類似して構成された、本発明によるLEDチップ370の別の実施形態を示す。この実施形態では、LEDチップ370は、横方向の幾何形状を有し、LED12を含み、LED12はそれぞれ、n型エピタキシャル層16とp型エピタキシャル層18との間に活性領域14を含む。p型層18および活性領域14の一部がエッチングされてn型層16を暴露し、p型層18上にp型コンタクト24が位置し、n型層16上にn型コンタクト26が位置する。p型コンタクト24上にp型脚柱28が位置し、n型コンタクト26上にn型脚柱30が位置する。燐光体を添加した接着剤被覆32がLED12を覆い、被覆32から脚柱28、30が露出する。LED12は、透明基板372上に位置し、基板372に接してLED12の反対側に反射層374が含まれる。LED12は、横方向の幾何形状を有し、LED12それぞれの上部にp型コンタクト24およびp型脚柱28が位置する。反射層374はまた、LEDからの光を反射し、基板372を通る光の損失を最小にする。

20

【0075】

本発明によれば、LEDチップに対する多くの異なる変形形態を製作することができ、図13は、成長基板404上でn型層406とp型層408との間に活性領域405をもつLED402を有するLEDチップ400の別の実施形態を示す。LED402はまた、薄層化された成長基板を備え、または後に成長基板が除去されることが理解される。LEDはまた、n型コンタクト407およびp型コンタクト409を有する。LED402は、ダイシングまたは個片化され、サブマウント/キャリアウエーハ410にフリップチップ接合される。サブマウント/キャリアウエーハ410上に導電トレース412が形成され、トレース412上にLED402がそれぞれ取り付けられて、第1のトレース412aがn型層406に電氣的に接触し、第2のトレース412bがp型層408に接触する。スパッタリングなどの周知の技法を使用して堆積させたアルミニウム(A1)またはAuを含む従来のトレースを使用することができる。LED402は、Auなどの周知の材料、または金/スズはんだバンプもしくはスタッドバンプを使用して従来の形で構成できるフリップチップボンド413によって、トレース412に取り付けられる。

30

40

【0076】

図13、ならびに上記および下記で論じる実施形態では、脚柱はまた、導電層によって被覆された絶縁材料から形成することもできることがさらに理解される。一実施形態では、脚柱は、基板材料またはサブマウント/キャリアウエーハ材料を含むことができる。LEDチップ400では、脚柱を有するサブマウント/キャリアウエーハを製作することができ、LEDはそれぞれ、脚柱間に取り付けられる。他の構成を使用して、導電トレースまたはLEDに接触する導電層を、脚柱を覆って形成することができる。これらの脚柱は、多くの異なる形状および寸法を有することができ、一実施形態では、反射カップを含み、このカップ内にLEDを取り付けることができることがさらに理解される。このカップ

50

は、他の構成を使用して、導電トレースまたはLEDに接触する導電層で被覆することができる。燐光体接着剤被覆の平坦化中、接触のために、カップの上部を露出させることができる。さらに他の実施形態では、カップは、独自の脚柱を有することができ、これらの脚柱を平坦化中に露出させることができる。

【0077】

第1のトレース412a上にn型脚柱414が形成され、第2のトレース412b上にp型脚柱416が形成される。どちらの脚柱も、前述の方法を使用して形成される。LED402を覆って燐光体/接着剤被覆418が含まれ、脚柱414、416を埋設する。次いで、接触のために、被覆418を平坦化して脚柱414、416を露出させ、または他の実施形態では、被覆内に凹部を形成して脚柱414、416を露出させることができる。次いで、前述の工程を使用して、LEDチップを個片化することができる。

10

【0078】

LEDチップ400に関連して説明した製作方法では、ウェーハ404に取り付けるために選択される所望の発光特性を有する質の良い個片化されたLED402を使用することができる。またこの構成では、空間を形成するために材料をエッチングすることにより貴重なエピタキシャル材料を無駄にすることなく、LED402間の空間をより大きくしてLED402をウェーハに取り付けることができる。

【0079】

図14は、キャリア基板に取り付けられた、個片化された横方向の幾何形状のLED502を有する、本発明によるLEDチップ500のさらに別の実施形態を示す。LED502はそれぞれ、n型層506とp型層508との間に活性領域504を含み、これらはすべて、成長基板510上に次々に形成される。基板510は多くの異なる材料とすることができ、好ましい基板はサファイアなどの透明材料である。LED502は個片化され、成長基板510のうちの少なくとも一部分は残る。

20

【0080】

次いで、LED502を、基板を下にして、キャリア基板512に取り付けることができる。キャリア基板512は、透明基板516上に第1の燐光体/接着剤被覆514を含む。第1の被覆514は、LED502を保持するように接着性としてことができ、または追加の接着剤材料を使用することができる。

【0081】

p型層508上にp型コンタクト518が設けられ、n型層506上にn型コンタクト520が設けられる。コンタクト518、520は、多くの異なる材料を含むことができ、好ましい材料は反射性である。反射性であることによって、コンタクト518、520は、活性領域光を反射して、キャリア基板512を主な発光表面にする。前述のように、p型コンタクト518上にp型脚柱522が形成され、n型コンタクト520上にn型脚柱524が形成される。LED502を覆って第2の燐光体/接着剤被覆526が形成され、脚柱522、524を埋設する。次いで、前述のように、第2の被覆526を平坦化して、脚柱522、524を暴露する。

30

【0082】

次いで、LEDチップ500を個片化することができ、この構成では、第1の被覆514および第2の被覆526によって提供される燐光体層によって取り囲まれたLED502を有するLEDチップ500を提供する。個片化されたLEDチップ500はまた、第1および第2の被覆が白色発光LEDフリップチップを提供することを除いて、さらなる燐光体加工なしで従来のフリップチップ装置としてパッケージすることができる。この実施形態は、ウェーハキャリアウェーハ512に取り付けるための所望の発光特性を有する質の良い個片化されたLED502を使用することができ、その結果質の良いLEDチップ502が得られるというさらなる利点を提供する。LED502はまた、空間を形成するために材料をエッチングすることにより貴重なエピタキシャル材料を無駄にすることなく、LED502間の空間をより大きくしてウェーハに取り付けることができる。

40

【0083】

50

図15 aから15 dは、本発明によるLEDチップ600のさらに別の実施形態を示す。まず図15 aを参照すると、LEDチップはそれぞれLED602を含み、LED602はそれぞれ、n型層606とp型層608との間に活性領域604を有し、これらはすべて、成長基板610上に次々に形成される。成長基板610は、サファイアなどの透明材料であることが好ましい。LED602は横方向の幾何形状を有し、n型層606上に反射性n型コンタクト612が位置し、p型層608上に反射性p型コンタクト614が位置する。n型コンタクト612上にn型脚柱616が形成され、p型コンタクト614上にp型脚柱618が形成される。LED602を覆って第1の燐光体/接着剤被覆620が設けられ、最初に脚柱616、618を埋設し、次いで被覆を平坦化してこれらの脚柱を暴露する。

10

【0084】

次に図15 bを参照すると、基板610を貫通してトレンチ622が形成され、部分的に被覆620内に延びる。トレンチは、LED602間に構成される。トレンチ622は、エッチングまたは切断などによる多くの異なる方法を使用して形成することができる。次に図15 cを参照すると、基板610のトレンチ側を覆って第2の燐光体/接着剤被覆624を形成し、トレンチ622を埋めることができる。次いで、望みに応じて、第2の被覆が平坦化される。図15 dを参照すると、LEDチップ600を個片化することができ、LED602は、第1の被覆620および第2の被覆624によって提供される燐光体層によって取り囲まれる。LEDチップ600は、図14内のLEDチップ500と類似の利点を提供し、追加の燐光体加工なしで白色光を発光できる質の良いフリップチップ装置を提供する。

20

【0085】

再び図15 aおよび15 bを参照すると、トレンチ622を形成する代替法として、成長基板610を完全に除去して、n型層606の底面を露出させることができる。次いで、露出したn型層を覆って第2の燐光体/接着剤被覆624を形成し、かつ望みに応じて平坦化することができる。

【0086】

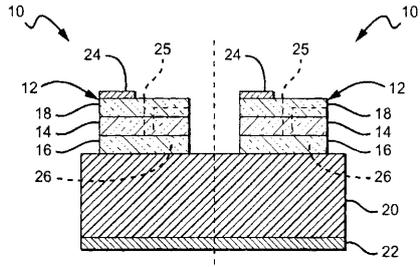
また、本発明を使用して、LEDチップウェーハ内に形成されたものではなく、個々のLEDを覆うことができる。これらの実施形態では、LEDチップを個片化し、次いでパッケージ内にまたはサブマウントもしくはPCBに取り付けることができる。次いで、本発明によれば、LEDチップを被覆しかつ平坦化して、接触のために脚柱(複数可)を露出させることができる。

30

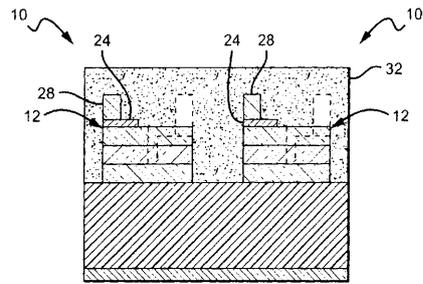
【0087】

本発明について、その特定の好ましい構成を参照して詳細に説明したが、他の構成も可能である。したがって、本発明の精神および範囲は、前述の構成に限定されるべきではない。

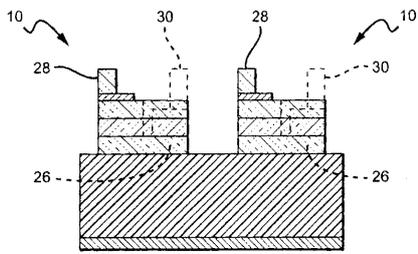
【図 1 a】



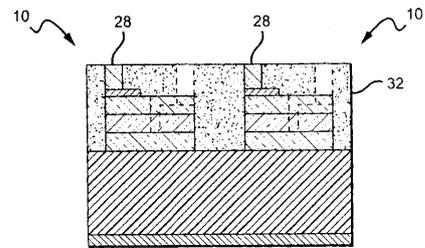
【図 1 c】



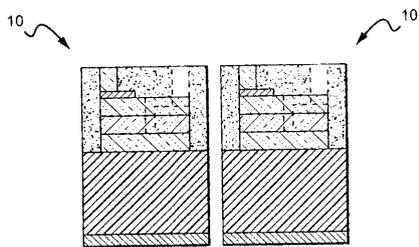
【図 1 b】



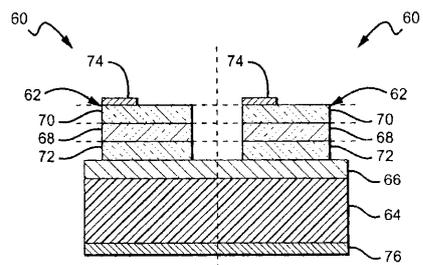
【図 1 d】



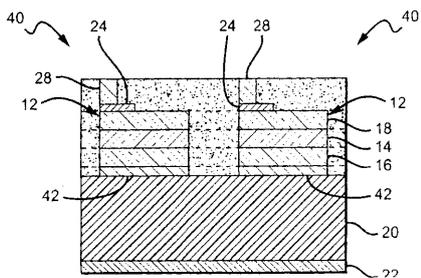
【図 1 e】



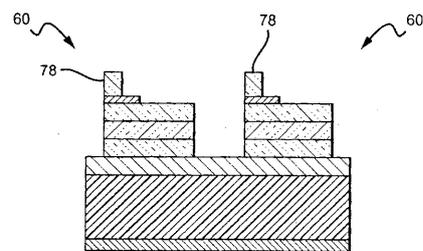
【図 3 a】



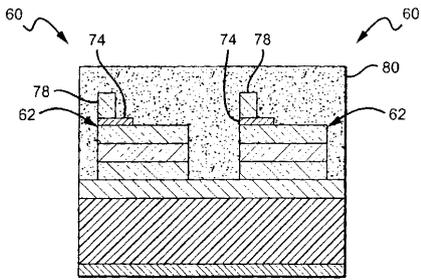
【図 2】



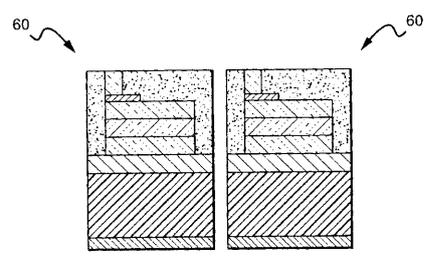
【図 3 b】



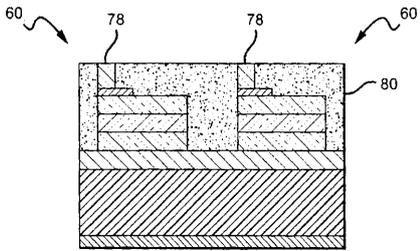
【 図 3 c 】



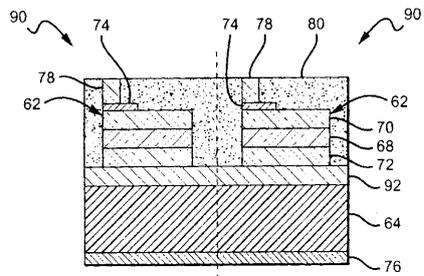
【 図 3 e 】



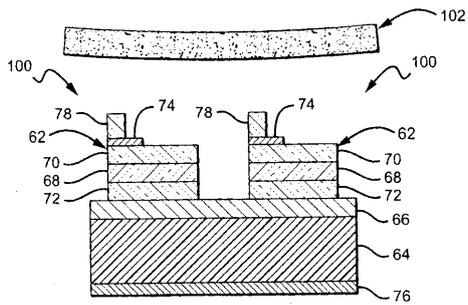
【 図 3 d 】



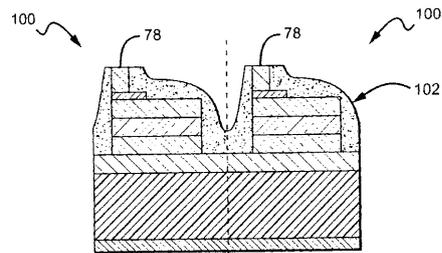
【 図 4 】



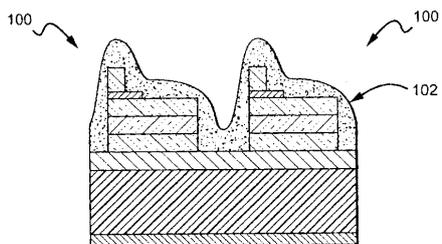
【 図 5 a 】



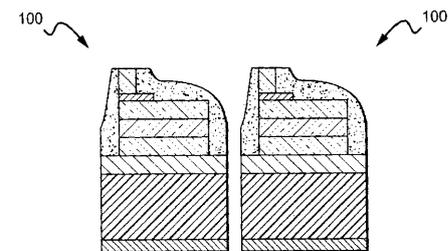
【 図 5 c 】



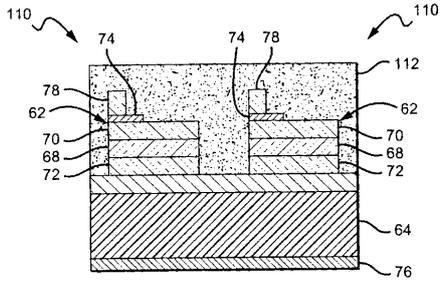
【 図 5 b 】



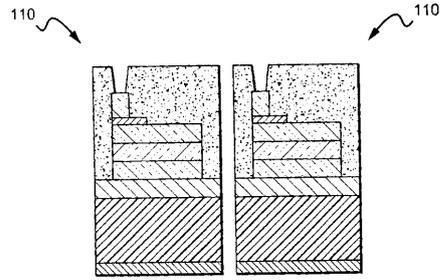
【 図 5 d 】



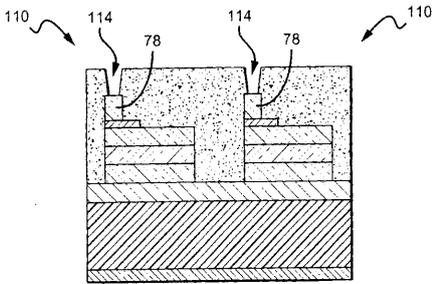
【図 6 a】



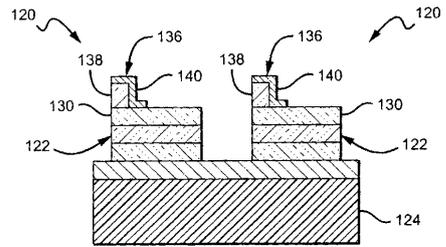
【図 6 c】



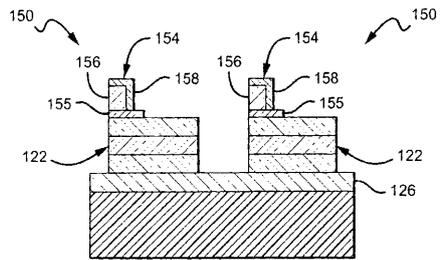
【図 6 b】



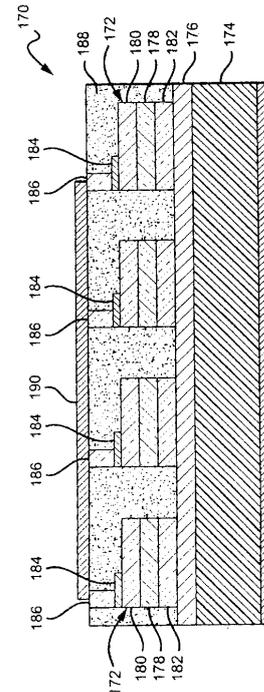
【図 7】



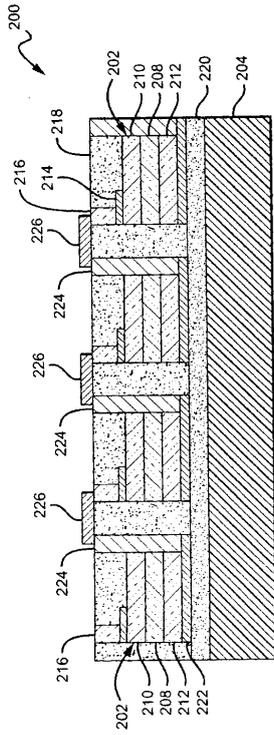
【図 8】



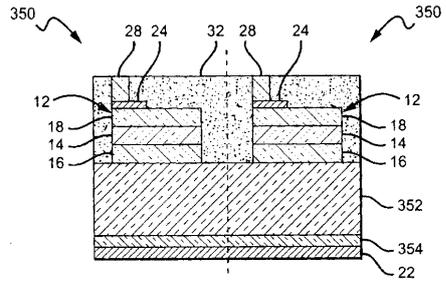
【図 9】



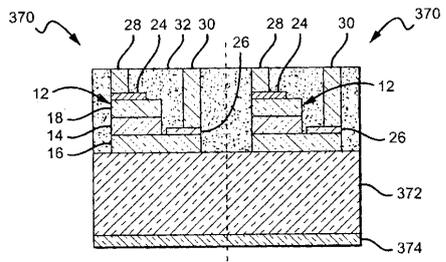
【 図 1 0 】



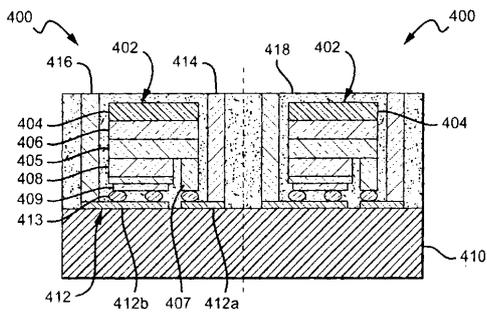
【 図 1 1 】



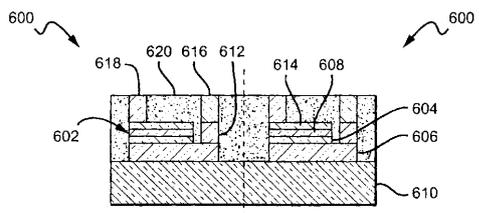
【 図 1 2 】



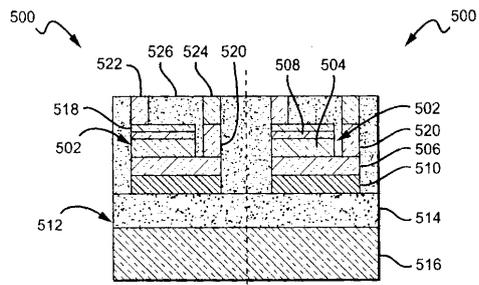
【 図 1 3 】



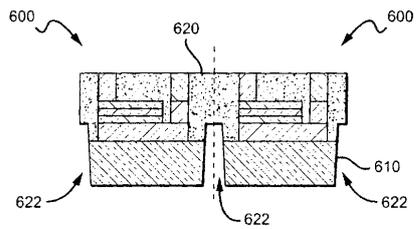
【 図 1 5 a 】



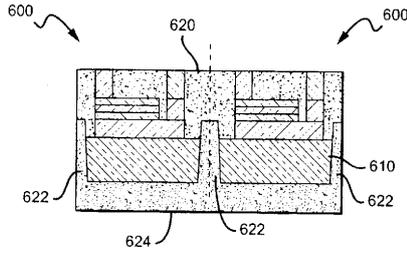
【 図 1 4 】



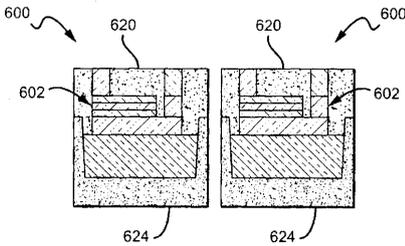
【 図 1 5 b 】



【図15c】



【図15d】



【手続補正書】

【提出日】平成21年9月24日(2009.9.24)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

複数のLEDを設けるステップと、

前記LED上に脚柱を堆積させるステップであって、前記脚柱はそれぞれ前記LEDのうちの一つに電氣的に接触するステップと、

前記LEDを覆って被覆を形成するステップであって、前記被覆は前記脚柱のうち少なくとも一部を埋設するステップと、

前記埋設された脚柱のうち少なくとも一部を露出させながら前記LED上に前記被覆のうち少なくとも一部を残して前記被覆を平坦化するステップと

を含むことを特徴とする発光ダイオード(LED)チップを製作する方法。

【請求項2】

前記LEDチップは、白色光を発することを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項3】

前記LEDのそれぞれの上にコンタクトを堆積させるステップをさらに含み、前記脚柱は、前記コンタクト上に形成されることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項4】

前記LEDは、基板上に設けられることを特徴とする請求項1に記載の方法。

【請求項5】

前記基板は、成形されまたはテキスチャ付きであることを特徴とする請求項 4 に記載の方法。

【請求項 6】

前記 LED は基板上に設けられ、前記基板内にトレンチを形成するステップと、前記トレンチを埋める第 2 の被覆を形成するステップとをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記被覆上に表面テキスチャを形成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記 LED を個片化するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記被覆は、燐光体を添加した接着剤を含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

前記脚柱は、スタッドバンピングを使用して形成されることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 11】

前記 LED の少なくとも一部の周辺に第 2 の被覆を形成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 12】

前記第 2 の被覆を平坦化するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 11 に記載の方法。

【請求項 13】

前記脚柱のうちの少なくとも一部を相互接続する金属パッドを、前記平坦化した被覆上に堆積させて、LED アレイを形成するステップをさらに含むことを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 14】

前記被覆の総厚さのばらつきは、平均被覆厚さの 50% 未満であることを特徴とする請求項 1 に記載の方法。

【請求項 15】

複数の LED をキャリア基板上にフリップチップ接合するステップと、
前記 LED のそれぞれに電氣的に接触する導電脚柱を形成するステップと、
前記 LED を覆ってブラケット被覆を形成するステップであって、前記被覆は前記脚柱のうちの少なくとも一部を埋設するステップと、
前記埋設された脚柱のうちの少なくとも一部を露出させるように前記被覆を平坦化するステップと
を含むことを特徴とする LED チップを製作する方法。

【請求項 16】

複数の LED と、
それぞれ前記 LED のうちの 1 つに電氣的に接触する複数の脚柱と、
前記 LED を少なくとも部分的に覆う被覆とを含み、前記脚柱のうちの少なくとも一部は、前記被覆を貫通して前記被覆の表面まで延び、前記被覆の前記表面で露出することを特徴とする発光ダイオード (LED) チップウェーハ。

【請求項 17】

前記 LED は、基板ウェーハ上に位置することを特徴とする請求項 16 に記載の LED チップウェーハ。

【請求項 18】

複数のコンタクトをさらに含み、前記コンタクトはそれぞれ、前記 LED のうちの 1 つの上に位置し、前記脚柱のうちの少なくとも一部は、前記コンタクト上に形成されること

を特徴とする請求項 16 に記載の LED チップウェーハ。

【請求項 19】

前記基板ウェーハは、分離して LED チップにすることが可能であることを特徴とする請求項 16 に記載の LED チップウェーハ。

【請求項 20】

前記被覆は、テキスチャ付きの表面を有することを特徴とする請求項 16 に記載の LED チップウェーハ。

【請求項 21】

前記被覆は、散乱粒子を含むことを特徴とする請求項 16 に記載の LED チップウェーハ。

【請求項 22】

前記被覆は、燐光体を添加した接着剤を含むことを特徴とする請求項 16 に記載の LED チップウェーハ。

【請求項 23】

前記 LED は、LED アレイ内で相互接続されることを特徴とする請求項 16 に記載の LED チップウェーハ。

【請求項 24】

前記基板ウェーハに一体形成された反射層をさらに含むことを特徴とする請求項 17 に記載の LED チップウェーハ。

【請求項 25】

前記 LED は基板上に設けられ、前記基板内のトレンチと、前記トレンチを埋める第 2 の被覆とをさらに含むことを特徴とする請求項 17 に記載の LED チップウェーハ。

【請求項 26】

LED と、

前記 LED に電氣的に接触する脚柱と、

前記 LED を少なくとも部分的に覆う被覆とを含み、前記脚柱は、前記被覆の表面まで延び、前記被覆の前記表面で露出することを特徴とする発光ダイオード (LED) チップ

。

【 国際調査報告 】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No PCT/US2007/024367
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER INV. 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, 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 A	US 6 153 448 A (TAKAHASHI TAKUYA [JP] ET AL) 28 November 2000 (2000-11-28) column 1, lines 7-15 column 2, lines 9-44 column 8, line 22 - column 9, line 12; figures 5A-C, 6A-F column 9, lines 31-36; figures 8A-B	1-40 44, 53, 62
X	EP 1 724 848 A (LG ELECTRONICS INC [KR]; LG INNOTEK CO LTD [KR]) 22 November 2006 (2006-11-22) abstract paragraphs [0029] - [0035] paragraphs [0041] - [0043] paragraphs [0051] - [0055], [0058], [0059]; figure 4 paragraphs [0088] - [0091]; figures 9a-b paragraphs [0136], [0137]	41-73, 75
-/--		
<input checked="" type="checkbox"/> Further documents are listed in the continuation of Box C.		<input checked="" type="checkbox"/> 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 13 October 2008		Date of mailing of the international search report 22/10/2008
Name and mailing address of the ISA/ European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Fax: (+31-70) 340-3016		Authorized officer Tinjod, Frank

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No
PCT/US2007/024367

C(Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 2004/012958 A1 (HASHIMOTO TAKUMA [JP] ET AL) 22 January 2004 (2004-01-22) abstract	67-70, 72-74,76
A	paragraphs [0066] - [0068]; figures 40a-c. paragraphs [0069] - [0076]; figures 1-9 paragraphs [0094], [0095]; figure 18 paragraph [0104]; figure 24	2,5-8, 36-39, 53,59
X	EP 1 385 215 A (NICHIA CORP [JP]) 28 January 2004 (2004-01-28) paragraphs [0032], [0040], [0041], [0055], [0123] - [0125], [0246] - [0251]; figure 14	67,77-79
A	US 2005/265404 A1 (ASHDOWN IAN [CA]) 1 December 2005 (2005-12-01) paragraph [0052]; figure 5	13,15, 17,21, 47,50,51
A	WO 01/24283 A (LUMILEDS LIGHTING LLC [US]) 5 April 2001 (2001-04-05) page 7, line 33 - page 8, line 22; figure 4	20,48,63
A	FR 2 704 690 A (THOMSON CSF [FR]) 4 November 1994 (1994-11-04) abstract page 1, lines 9-13 page 1, line 31 - page 2, line 5 page 2, line 26 - page 5, line 24; figures 1-4a	

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Information on patent family members

International application No

PCT/US2007/024367

Patent document cited in search report		Publication date	Patent family member(s)	Publication date
US 6153448	A	28-11-2000	NONE	
EP 1724848	A	22-11-2006	CN 1866561 A JP 2006324667 A KR 20060118840 A US 2006261292 A1	22-11-2006 30-11-2006 24-11-2006 23-11-2006
US 2004012958	A1	22-01-2004	CN 1461498 A EP 1398839 A1 WO 02089221 A1 TW 541724 B	10-12-2003 17-03-2004 07-11-2002 11-07-2003
EP 1385215	A	28-01-2004	CN 1476050 A JP 3985742 B2 JP 2004266240 A KR 20040005612 A US 2006128118 A1 US 2004072383 A1	18-02-2004 03-10-2007 24-09-2004 16-01-2004 15-06-2006 15-04-2004
US 2005265404	A1	01-12-2005	NONE	
WO 0124283	A	05-04-2001	AU 7613700 A EP 1142032 A1 JP 2001244507 A KR 20080009780 A US 2002030444 A1 US 2004164307 A1	30-04-2001 10-10-2001 07-09-2001 29-01-2008 14-03-2002 26-08-2004
FR 2704690	A	04-11-1994	EP 0647357 A1 WO 9425987 A1 JP 7509104 T	12-04-1995 10-11-1994 05-10-1995

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 ジェイムズ イベットソン
アメリカ合衆国 93111 カリフォルニア州 サンタ バーバラ ランドルフ ロード 910

(72)発明者 アーバン チャクラボルティ
アメリカ合衆国 93117 カリフォルニア州 ゴレタ マドロナ ウォーク 777 ナンバーエー

(72)発明者 エリック ジェイ . タルサ
アメリカ合衆国 93117 カリフォルニア州 ゴレタ ディアボーン プレイス 105 ナンバー41

(72)発明者 ベルント ケラー
アメリカ合衆国 93111 カリフォルニア州 サンタ バーバラ サン アントニオ クリーク ロード 1355

(72)発明者 ジェイムズ セルト
アメリカ合衆国 93455 カリフォルニア州 オーカット ユニオン アベニュー 410

(72)発明者 フー ヤンクン
アメリカ合衆国 27617 ノースカロライナ州 ローリー スパンゴールド ストリート 7822

Fターム(参考) 5F041 AA11 AA12 AA42 CA04 CA05 CA40 CA65 CA76 CA82 CA88
CA91 DA04 DA09 DA19 DA20 DA42 EE23