

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5113349号
(P5113349)

(45) 発行日 平成25年1月9日(2013.1.9)

(24) 登録日 平成24年10月19日(2012.10.19)

(51) Int.Cl.

H01L 33/64 (2010.01)

F 1

H01L 33/00 450

請求項の数 20 外国語出願 (全 10 頁)

(21) 出願番号 特願2006-150628 (P2006-150628)
 (22) 出願日 平成18年4月28日 (2006.4.28)
 (65) 公開番号 特開2006-310874 (P2006-310874A)
 (43) 公開日 平成18年11月9日 (2006.11.9)
 審査請求日 平成21年4月27日 (2009.4.27)
 (31) 優先権主張番号 11/118,898
 (32) 優先日 平成17年4月29日 (2005.4.29)
 (33) 優先権主張国 米国(US)

(73) 特許権者 500507009
 フィリップス ルミレップス ライティング
 カンパニー リミテッド ライアビリティ
 カンパニー
 アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95
 131 サン ホセ ウエスト トリンブル
 ロード 370
 (74) 代理人 100082005
 弁理士 熊倉 賢男
 (74) 代理人 100067013
 弁理士 大塚 文昭
 (74) 代理人 100086771
 弁理士 西島 孝喜
 (74) 代理人 100109070
 弁理士 須田 洋之

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 RGB熱隔離基板

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光ダイオード(LED)構造体であって、
 電気的に絶縁した本体と、導電体と、少なくとも第1のLEDに接合するための第1の接觸パッドと、少なくとも第2のLEDに接合するための第2の接觸パッドとを含むサブマウントと、

前記第1の接觸パッドに接合した前記第1のLEDと前記第2の接觸パッドに接合した前記第2のLEDとの間の熱隔離を高めるために該第1の接觸パッドと該第2の接觸パッドの間の前記サブマウントにある少なくとも1つの不連続部と、

を含み、

10

前記サブマウントは、電気絶縁材料の少なくとも第1の層及び第2の層を含み、

前記少なくとも1つの不連続部は、前記第1の層に形成された少なくとも1つの溝を含み、

前記少なくとも1つの不連続部はまた、第2の層に前記少なくとも1つの溝の真下ではない少なくとも1つの不連続部を含む、

ことを特徴とする構造体。

【請求項 2】

前記第1のLEDは、GaNベースのLEDであり、

前記第2のLEDは、GaNベースのLEDである、

ことを特徴とする請求項1に記載の構造体。

20

【請求項 3】

前記サブマウントは、中央部分及び該中央部分を取り囲む外側部分を有し、

前記第1の接触パッドは、前記中央部分にあり、前記第2の接触パッドは、前記外側部分にあり、前記少なくとも1つの不連続部は、該中央部分と該外側部分の間にある、

ことを特徴とする請求項1に記載の構造体。

【請求項 4】

前記第1の接触パッドを支持する、前記サブマウントの凹部部分を更に含むことを特徴とする請求項1に記載の構造体。

【請求項 5】

前記第2のLEDは、フリップチップであることを特徴とする請求項1に記載の構造体 10
。

【請求項 6】

前記第1のLEDは、ワイヤによって前記第1の接触パッドの1つに接続した1つの電極を有することを特徴とする請求項1に記載の構造体。

【請求項 7】

前記サブマウントは、前記少なくとも2つの層の間に前記導電体を含むことを特徴とする請求項1に記載の構造体。

【請求項 8】

前記導電体は、前記第1の接触パッドと前記第2の接触パッドを相互接続していることを特徴とする請求項7に記載の構造体。 20

【請求項 9】

複数の組の第1の接触パッドと複数の組の第2の接触パッドがあることを特徴とする請求項1に記載の構造体。

【請求項 10】

前記サブマウントの中央部分に位置する複数の組の第1の接触パッドと該サブマウントの外側部分に位置する複数の組の第2の接触パッドとが存在し、

前記サブマウントにある前記少なくとも1つの不連続部は、前記複数の組の第1の接触パッドと前記複数の組の第2の接触パッドとの間にある、

ことを特徴とする請求項1に記載の構造体。

【請求項 11】

前記サブマウントの前記中央部分は、引っ込んでいることを特徴とする請求項10に記載の構造体。 30

【請求項 12】

前記第1の表面上の前記第1の接触パッドと前記第2の接触パッドとが前記導電体によって電気的に結合した第3の接触パッドを前記サブマウントの第2の表面上に更に含むことを特徴とする請求項1に記載の構造体。

【請求項 13】

前記電気的に絶縁した本体は、セラミックであることを特徴とする請求項1に記載の構造体。

【請求項 14】

前記第1のLEDは、575nmよりも長い波長を有する光を放射し、前記第2のLEDは、575nmよりも短い波長を有する光を放射することを特徴とする請求項1に記載の構造体。 40

【請求項 15】

前記第1の表面上に少なくとも第3のLEDに接合するための第3の接触パッドを更に含み、前記第1のLEDは、第1の色の光を放射し、前記第2のLEDは、第2の色の光を放射し、該第3のLEDは、第3の色の光を放射することを特徴とする請求項1に記載の構造体。

【請求項 16】

前記第1の色は、赤色であり、前記第2の色は、青色であり、前記第3の色は、緑色で 50

あることを特徴とする請求項1_5に記載の構造体。

【請求項 17】

前記第1の接触パッドを支持する、前記サブマウントの引っ込んだ部分と、前記第2の接触パッドを支持する引っ込んでいない部分とを更に含み、

前記第1のLEDの上面と前記第2のLEDの上面は、前記サブマウント上に装着された時に実質的に同じ平面にある、

ことを特徴とする請求項1に記載の構造体。

【請求項 18】

前記サブマウントが装着されたプリント回路基板を更に含むことを特徴とする請求項1に記載の構造体。 10

【請求項 19】

前記サブマウントを収容し、ディスプレイのためのバックライトを形成する反射性筐体を更に含むことを特徴とする請求項1に記載の構造体。

【請求項 20】

前記サブマウントは、回路基板上に装着されるようになっていることを特徴とする請求項1に記載の構造体。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、発光ダイオード(LED)に関し、より詳細には、異なるタイプの複数の色のLEDを熱的に隔離するための装着基板に関する。 20

【背景技術】

【0002】

赤色、緑色、及び青色LEDダイを単一のサブマウントに装着して白色光モジュールを作成することは公知である。サブマウントは、熱伝導性で電気絶縁性の基板(例えば、セラミック)であり、LED接点から2つ又はそれよりも多くのリード又は半田接触パッドに至る導体が基板上に形成されている。導体は、典型的に、LEDの少なくとも一部を直列及び/又は並列に相互接続する。サブマウントは、次に、通常は電源及び/又は他のサブマウントに至るコネクタを有するプリント回路基板上に装着される。各ダイによって発生した熱は、サブマウントに移動し、最後にはサブマウントに熱的に結合した放熱板(例えば、回路基板)に移動する。サブマウント全体は実質的に同じ温度であるから、他のLEDに比較して相対的に低い熱を発生するLEDは、他のLEDによって加熱されることになる。例えば、目標とする光出力を生成させるためには、より少ない電流が赤色LEDを通過すればよいので、赤色LEDによって発生する熱は、青色LEDによって発生する熱よりも少ないのである。 30

【0003】

赤色及び琥珀色LEDは、典型的に、AlInGaPエピタキシャル層を用いて形成され、一方、緑色及び青色LEDは、典型的に、AlInGaNエピタキシャル層を用いて形成される。AlInGaPのLEDの光出力は、非常に温度感受性であり(より高温=より低出力)、AlInGaNのLEDの光出力よりも遙かに感受性が高い。すなわち、RGBモジュールの全体の色(例えば、白色点)は、温度で変化することになる。これは、モジュールがカラーディスプレイに又はフラットパネルディスプレイのバックライト用に使用される時には特に望ましくないことである。更に、AlInGaPのLEDの過度の加熱は、その耐用期間を縮めることになる。 40

【0004】

更に、赤色LEDは、典型的に厚い窓層を有するために、一般的に青色LEDよりも厚い。従って、赤色LEDは、共通サブマウント上でより高く着座し、赤色及び緑/青色LEDが異なる光出力射出平面を有する結果になる。これは、モジュールの全体的な色出力のばらつきを引き起こす。

【0005】 50

【特許文献1】米国特許第6,649,440号
 【特許文献2】米国特許第6,547,249号
 【特許文献3】米国特許第6,274,399号
 【特許文献4】米国特許第6,229,160号
 【特許文献5】米国特許第5,233,204号
 【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0006】

上述の加熱の問題を回避するために、RGBのLEDを別々のサブマウント上に装着することもできるが、これは、付加的なコスト、RGBモジュールのためのより大きい面積、割増の配線にわたる電圧降下、及び他の欠点を生じさせる。

10

【課題を解決するための手段】

【0007】

赤色、緑色、及び青色LEDのためのサブマウントを説明する。サブマウントは、緑色/青色AlInGaNのLEDによって発生した高熱が、熱感受性の赤色/琥珀色AlInGaPのLEDに伝導しないように、サブマウント内に熱的に隔離された溝及び/又は穴を有する。サブマウントは、様々な構成にLEDを相互接続するための導体を収容している。

一実施形態では、AlInGaNのLEDは、サブマウント内に引っ込んでおり、そのために全てのLEDが同じ光出射平面を有する。

20

このサブマウントは、黄色、琥珀色、オレンジ色、青緑色のような他の色を発生するLEDに対して使用することもできる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0008】

予備的に、異なるタイプ及び色の従来のLEDが形成される。使用される実施例において、LEDの1つのタイプは、緑色光、青緑色光、青色光、又はUV光を生成するためのAlInGaNのLEDのようなGaNベースのLEDである。典型的には、p及びn型エピタキシャルGaN層を従来技術を用いてサファイア基板上に成長させる。p層は、典型的には上部層であり、上面で金属電極によって接触される。

30

【0009】

様々な技術を使用して、下に重なるn層への電気的アクセスが得られる。フリップチップの例においては、p層及び活性層の一部分がエッチングで除去され、n層が金属化のために露出される。このようにして、p接点及びn接点は、チップの同じ側にあってサブマウントの接触パッドに直接電気的に取り付けることができる。n金属接点からの電流は、n層を通って最初に横方向に流れれる。対照的に、垂直注入型(非フリップチップ)LEDにおいては、n接点は、チップの一方の側に形成され、p接点は、チップの他方の側に形成される。p又はn接点の一方への電気接触は、典型的にワイヤ又は金属ブリッジを用いて行われ、他方の接点は、サブマウントの接触パッドに直接に接合される。この例においては、フリップチップのGaNのLEDが使用されるが、ワイヤ接合式のGaNのLEDも本発明から同様に恩典を受けることができる。

40

【0010】

赤色、琥珀色、オレンジ色、及び黄色光に関しては、LEDは、AlInGaP材料システムを用いて形成される。AlInGaNのLEDにおいては、p及びn型エピタキシャルAlInGaN層を通常はGaaS基板上に成長させ、引き続き導電性窓層の成長又はウェーハ接合が行われる。光吸収性のGaaS基板は除去してもよい。LEDは、フリップチップとして形成することができ、又はワイヤ接合を使用することもできる。

【0011】

AlInGaN及びAlInGaPという表現は、望ましい色を達成するためにあらゆるAl及びInの割合(ゼロを含む)を有するGaN又はGaPベースを備えたLEDを意味するために用いられる。

50

こういった複数の色のLEDを形成する方法は公知である。LEDの形成の一部の例は、引用により組み込まれている米国特許第6,649,440号、第6,547,249号、第6,274,399号、第6,229,160号、及び第5,233,204号に説明されており、その全ては、「Lumileds Lighting」に譲渡されたものである。

【0012】

LEDのウェーハはダイスカットされ、通常は約 1 mm^2 又はそれ未満の程度の個々のLEDダイが生成される。

異なる色のLED（例えば、AlInGaN及びAlInGaPのLED）を白色光又は何らかの他の混成色を作り出すために単一モジュールに組み合わせるために、LEDダイは、図1-5に関して説明されるサブマウント10上に装着される。10

サブマウント10は、セラミックのような電気絶縁性材料の層で形成される。他の実施形態では、サブマウントは、酸化物の層が電気絶縁性をもたらすシリコンとすることができます。

【0013】

LED12-23が示されている。他の実施形態では、より多くの又はより少ないLEDを使用することができる。熱感受性のAlInGaPのLED20-23は、引っ込んだ中央位置26に装着される。LED20-30は、一般的に、赤色、オレンジ色、琥珀色、又は黄色光（すなわち、575nmよりも長い波長）を発生する。LED12-19は、GaNベースであり、典型的に、青色、青緑色、緑色光（すなわち、575nmよりも短い波長）を発生する。20 GaNのLEDは、AlInGaPのLEDよりも熱感受性が低い。8つのGaNのLEDは、4つのAlInGaPのLEDよりも多くの熱を通常は発生することになり、その理由は、目標とする輝度を達成するためにGaNのLEDにより多くの電流が印加される場合があり（GaNのLEDは、AlInGaPのLEDよりも低効率である）、熱を生じるGaNのLEDがより多く存在するからである。

【0014】

GaNのLED12-19をAlInGaPのLED20-23から熱的に実質的に隔離するために、溝28-31がサブマウント10内に形成され、GaNのLEDとAlInGaPのLEDとの間の熱伝導経路における遮断を生じさせる。

溝28-31は、構造的一体性を維持するためにAlInGaPのLEDを完全には取り囲まないが、他の実施形態では、溝は、AlInGaPのLEDを完全に取り囲む。30

【0015】

図2は、4つのAlInGaPのLEDのための接触パッド34と、GaNのLEDのための一組の接触パッド38との例を示している。簡単にするために、一組のみのGaNのLED接触パッド38を示すが、サブマウント10上の多くの異なる接触パッド配列があると考えられる。

この例においては、AlInGaPのLEDは、フリップチップではなく、上部電極のためのワイヤ接合を必要とする。AlInGaPのLEDのための接触パッド34は、AlInGaPのLEDの底部電極（例えば、n電極）に直接半田付けするための金属（例えば、金）パッド40と、AlInGaPのLEDの上部電極（例えば、p電極）及びパッド42の間のワイヤの接続のための金属パッド42とで構成される。40

【0016】

GaNのLEDは、この例においては、n及びp金属電極の両方をダイの底部に有するフリップチップである。GaNのLEDのための接触パッド38は、LEDの底面のn及びp電極と位置合せした一組のn接点44と一組のp接点46とで構成される。接点は、一実施形態では金である。電極は、LED活性層を通る電流がより均一に分布するよう分配されている。このように分布したn及びp電極を用いるフリップチップは、本出願人に譲渡された米国特許第6,547,249号に説明されている。

【0017】

図3は、図1の中心線3-3に沿ったサブマウント10の一部分の断面図である。重要50

な特徴をより良好に示すために、この図は必ずしも一定の比率では描かれてはいない。この例においては、サブマウント 10 は、3 つのセラミック層 50、51、52 で形成され、各セラミック層の間にパターン金属層 56 及び 58 を有する。セラミック層は、成形によって形成することができる（結合剤中のセラミック粒子が加圧下で成形中に硬化される）。セラミック基板の形成は公知である。金属層は、スパッタリング又は別 の方法で堆積させて、エッチング剤を用いてパターン化することができる。

【0018】

深い溝 30 が、成形工程又はエッチング工程によって上部の 2 つの層 51 及び 52 に形成され、LED 19 の下の層部分 51 及び 52 を LED 20 の下の層部分 51 から熱的に隔離する。別の実施形態では、溝は、層の 1 つの部分と層の別の部分との間の熱的接触面積を低減するための一連の穴である。10

層 50 における穴 54 のパターン（図 5 にも示す）は、凹部部分 26 を実質的に取り囲み、LED 19 の下の層 50 を LED 20 の下の層 50 から熱的に隔離している。

すなわち、溝 28 - 31（図 1）及び穴 54 によって実行される 2 つのレベルの熱隔離が存在している。溝 28 - 31 によって提供される熱隔離が十分である場合は、穴 54 を削除することができる。

サブマウント 10 の表面上の金属接点パッドは、セラミック層の間のパターン金属層 56 及び 58 に電気的に接続し、これは、次に、サブマウント 10 の底部上の半田パッド（図 5 も参照されたい）に接続する。一実施形態では、半田パッド 60 は、LED 19 の n 又は p 電極に電気的に結合し、中心半田パッド 62 は、下に重なる放熱板への熱伝導のためのみに使用される。20

【0019】

図 5 は、様々な半田パッドを示すサブマウント 10 の底面図である。半田パッドの多くの構成が可能であり、それらは、使用される LED の数及び種類に依存する。

図 4 は、様々なセラミック層を通って接触パッド、金属層、及び半田パッドを電気的に相互接続する可能なバイア 64 を示している。バイアの穴は、成形によって形成することができ、スパッタリングを用いて金属で充填される。

【0020】

金属層 56 及び 58 のパターン化及びバイア 64 の位置は、様々な LED が相互接続される方法を決める。一実施形態では、全ての緑色 LED（例えば、図 1 における LED 14、15、18、及び 19）は、直列に接続できて、サブマウント 10 の底部上の同じ n 及び p 半田パッド 60 及び 64（図 5）に接続することができる。全ての青色 LED（例えば、LED 12、13、16、及び 17）は、直列に接続できて、同じ n 及び p 半田パッド 66 及び 68 に接続することができる。全ての AlInGaP の LED（例えば、LED 20 - 23）は、直列に接続できて、同じ n 及び p 半田パッド 70 及び 72 に接続することができる。別の実施形態では、LED の群はまた、並列にも接続することができる。特定の構成は、目標とする電圧降下、要求される電流、使用される LED のタイプ、目標とする色混合のような因子、及び他の因子に依存する。30

【0021】

中央半田パッド 62 は、放熱板への熱的結合のためだけとすることができる、又は AlInGaP の LED のための接点とすることもできると考えられる。40

1 つ又はそれよりも多くのサブマウント 10 は、他の LED モジュール及び電源に接続するための金属リードを収容することができるプリント回路基板 65（破線の外形で示す）に半田接合することができる。回路基板 65 は、様々な LED と直列及び / 又は並列に相互接続することができる。回路基板 65 は、放熱板の目的からアルミニウムシートとすることができ、その表面上に薄い電気絶縁層とこの絶縁層の上に金属導体パターンとを有する。回路基板上の対応するパッドに接合されたサブマウントの半田パッドは、アルミニウム放熱板への良好な熱経路を提供する。この回路基板は、より大きい放熱板上に装着することができる。

【0022】

50

サブマウント 10 の底面上の半田パッドの代りに、電気接点は、表面装着パッド、サブマウントから伸びるリード、プラグ又はソケット、キャステレーション、又は電気的インターフェースのための他の手段とすることができます。

サブマウントは、直接に電源に接続することができるので、回路基板上へのサブマウントの装着は任意的である。

サブマウント 10 によって提供される熱的分断に加えて、凹部区域 26 (図 1 及び図 3) が、上部セラミック層 52 のエッチング又は成形によって設けられる。図示の例においては、AlInGaP の LED の高さは、GaN の LED の高さよりも大きいので、凹部 26 は、サブマウント 10 上に装着された後に、AlInGaP 及び GaN の LED の上部を実質的に同じ高さにする。このようにして、GaN 及び AlInGaP の LED の光出射平面は同じ高さであり、GaN の LED の側面から放射された光は、より高い AlInGaP の LED によって阻止されない。これは、モジュール周囲のより均一な色の光パターンをもたらす。
10

【0023】

サブマウント 10 の別の恩典は、AlInGaP の LED は、半田リフローによってサブマウントの接触パッド 40 (図 2) に接合することができ、同時に GaN フリップチップは、スタッドバンプ 38 によって接触パッド 38 に接合することができる。GaN の LED の金スタッドバンプ電極は、公知の技術によって金接触パッドに超音波溶接される。AlInGaP の LED の底面は、共晶 AuSn 半田 (融点 280) がその上にスパッタリングされている。AlInGaP の LED は、金接触パッド 40 上に位置決めされ、接触パッド 40 は、280 よりも僅かに高温に加熱されて半田をリフローさせ、LED 電極を接触パッドに接合する。サブマウント 10 の中央部分の加熱がサブマウント 10 の外側部分の温度に大きく影響しないので、半田リフローの前又は後で GaN の LED をサブマウント 10 に接合することができる。
20

【0024】

別の実施形態では、GaN の LED は、あらゆる構成の接触パッドに半田付けされる。

RGB の LED 群のアレイを単一のサブマウント上に装着することができる。例えば、各 RGB 群は、ディスプレイのための RGB ピクセルとして作用することができ、従って、単一サブマウント上の RGB 群のアレイは、小さいカラーディスプレイとして作用することができる。このようなサブマウントは、あらゆる大きさとすることができます。サブマウントのアレイは、全ディスプレイのための十分なピクセルを提供し、又は照明のための制御可能カラー光源として作用することができる。
30

一実施形態では、サブマウントの上部表面積は、 $6 \text{ mm}^2 - 4 \text{ cm}^2$ の間であり、サブマウント上に装着される LED の数に依存する。

【0025】

見て理解されるように、本発明のサブマウントは、熱感受性 LED を熱発生 LED から熱的に隔離することにより、複数の色の LED モジュールの性能を向上させるものである。その結果、混合された色は、長期にわたってより均一である。更に、凹部部分は、全ての LED の光出射平面を均等にする。

凹部部分の位置は、サブマウント上のあらゆる場所とすることができる。また、溝及び穴の配列は、あらゆる適切なパターンとすることができる。サブマウントを利用することができます LED は、GaN 及び GaN の LED に限定されない。
40

【0026】

RGB の LED を有するサブマウント 10 は、ディスプレイバックライトのための均一な白色光を生成するのに特に有用である。図 6 は、液晶ディスプレイ (LCD) 76 又はバックライトを使用する他のディスプレイのためのバックライト 74 の断面図である。一般的な用途は、テレビジョン、モニタ、携帯電話などのためのものである。上述の RGB の LED サブマウント 78 の 1 つ又はそれよりも多くは、回路基板 80 上に装着される。LED サブマウント 78 は、二次元アレイを形成することができる。バックライトボックスの底部及び側壁 82 は、好ましくは、白色反射拡散性材料で被覆される。様々な複数色
50

のLEDからの光は、ボックス内で混合されて均一な白色光が生成される。図6には、制御可能RGBピクセル(シャッター)を有するLCD画面84及び拡散器86も示されている。

本発明の特定的な実施形態を示して説明したが、本発明を逸脱することなくそのより広い態様において変更及び修正を行うことができ、従って、特許請求の範囲は、その範囲内に全てのそのような変更及び修正を本発明の真の精神及び範囲に該当するものとして含むことは当業者には明らかであろう。

【図面の簡単な説明】

【0027】

【図1】LEDの位置、AlInGaPのLEDに対する中央凹部部分、及びサブマウント内の熱隔壁溝を示すRGBのLEDサブマウントの上面図である。
10

【図2】LEDのうちの一部に対する接触パッドを示すサブマウントの上面図である。

【図3】熱隔壁溝及び穴を示すLEDのサブマウントの部分断面図である。

【図4】LED電極を様々な導体層及び底部半田パッドに電気的に結合するためのバイアを更に示すサブマウントの部分断面図である。

【図5】あらゆる構成でLED電極に接続することができる様々な半田パッドを示すサブマウントの底面図である。

【図6】バックライトとしてサブマウント上に装着されたRGBのLEDを使用する液晶ディスプレイ(LCD)の断面図である。

【符号の説明】

【0028】

10 サブマウント

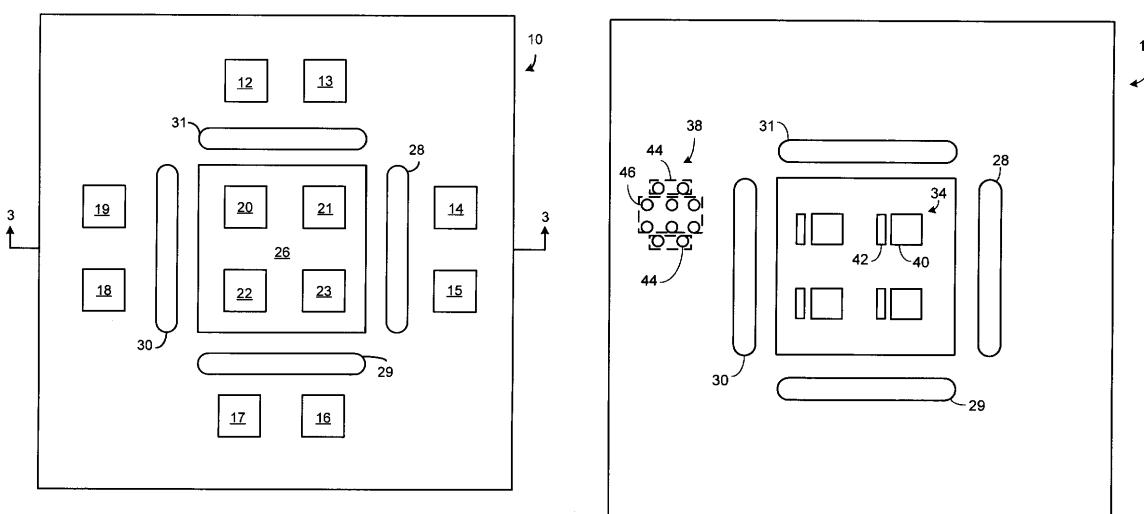
12、13、14、15、16、17、18、19 LED GaNのLED

20、21、22、23 AlInGaPのLED

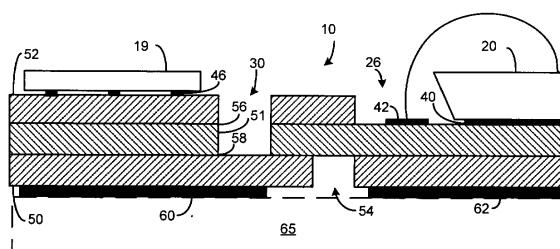
28、29、30、31 溝

【図1】

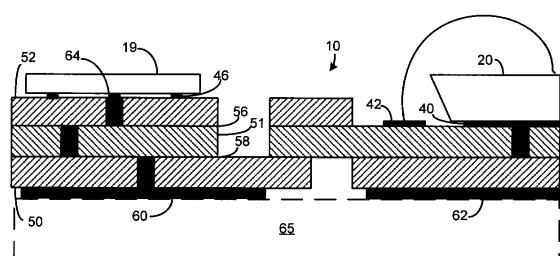
【図2】



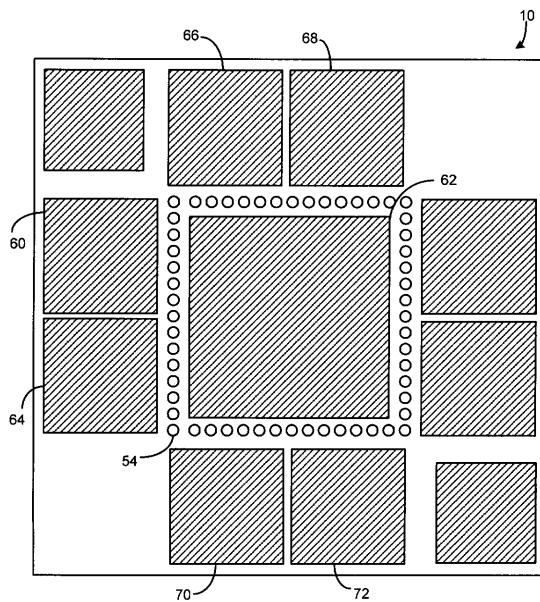
【図3】



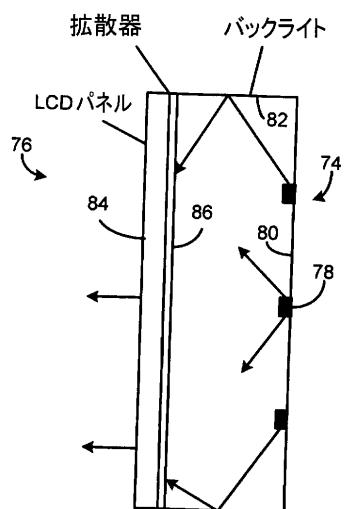
【図4】



【図5】



【図6】



フロントページの続き

(72)発明者 フランクリン ジェイ ウォール ジュニア
アメリカ合衆国 カリフォルニア州 95688 ヴァカヴィル ウォーターフォード ドライヴ
185

審査官 佐藤 俊彦

(56)参考文献 特開平10-321909(JP,A)
再公表特許第2004/082036(JP,A1)
特開2004-266235(JP,A)
特開2003-124528(JP,A)
特開2005-12155(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 33/00 - 33/64
H01S 5/00 - 5/50