

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号  
特許第6751562号  
(P6751562)

(45) 発行日 令和2年9月9日 (2020. 9. 9)

(24) 登録日 令和2年8月19日 (2020. 8. 19)

(51) Int. Cl.

F I

HO 1 L 33/20 (2010. 01)

HO 1 L 33/50 (2010. 01)

HO 1 L 33/60 (2010. 01)

HO 1 L 33/20

HO 1 L 33/50

HO 1 L 33/60

請求項の数 11 (全 10 頁)

(21) 出願番号	特願2015-552169 (P2015-552169)	(73) 特許権者	517152128
(86) (22) 出願日	平成26年1月6日 (2014. 1. 6)		ルミレッズ ホールディング ベーフェー
(65) 公表番号	特表2016-506634 (P2016-506634A)		オランダ国 1 1 1 8 セーエル スキボ
(43) 公表日	平成28年3月3日 (2016. 3. 3)		ール, エーフエルト ファン デ ベーク
(86) 国際出願番号	PCT/IB2014/058077		ストラート 1, ザ ベース, タワー ビ
(87) 国際公開番号	W02014/108821		ー5 ユニット107
(87) 国際公開日	平成26年7月17日 (2014. 7. 17)	(74) 代理人	100107766
審査請求日	平成29年1月5日 (2017. 1. 5)		弁理士 伊東 忠重
審判番号	不服2019-7064 (P2019-7064/J1)	(74) 代理人	100070150
審判請求日	令和1年5月30日 (2019. 5. 30)		弁理士 伊東 忠彦
(31) 優先権主張番号	61/750, 914	(74) 代理人	100091214
(32) 優先日	平成25年1月10日 (2013. 1. 10)		弁理士 大貫 進介
(33) 優先権主張国・地域又は機関	米国 (US)	(72) 発明者	バターワース, マーク メルヴィン
			オランダ国, 5 6 5 6 アーエー アイン
			ドーフエン, ハイ・テク・キャンパス 5
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 側方放射用に成形された成長基板を有する L E D

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

発光構造体であって、  
発光ダイオード ( L E D ) ダイであり、  
第 1 の表面と該第 1 の表面とは反対側の第 2 の表面とを有する成長基板と、  
前記成長基板と同様の結晶構造を有するように前記成長基板の前記第 1 の表面の上に  
エピタキシャル成長された、光を放出する活性層を含む半導体層であり、前記活性層は、  
前記成長基板に面する第 3 の表面を有する、半導体層と  
を有し、  
前記成長基板の前記第 2 の表面はその中に、前記活性層の前記第 3 の表面から放出さ  
れた光の少なくとも一部を、前記成長基板の側壁を通じて当該 L E D ダイを出て行くよう  
に対称的に向け直す、角度付けられた面を持つ対称的な凹形状を有する少なくとも 1 つ  
のエッチングされた光学フィーチャを形成しており、  
当該 L E D ダイは、当該 L E D ダイの底面のかなりの部分を覆う反射性のアノード及  
びカソード電極を有するフリップチップであり、前記アノード及びカソード電極は、前記  
活性層によって生成された光の大部分を前記成長基板の前記側壁が放出するように、ワイ  
ヤを用いずに支持構造の電極に直接的に結合されるように構成されている、  
L E D ダイと、  
中に前記 L E D ダイがマウントされる反射カップであり、前記成長基板の前記側壁を通  
じて出てくる光が、前記 L E D ダイから離れて当該反射カップの角度付けられた反射壁で

10

20

対称的に反射するようにされている、反射カップと、

前記反射カップのマウント面に面しない側で前記成長基板内に形成された前記エッチングされた光学フィーチャであり、前記エッチングされた光学フィーチャは、前記成長基板から外方を向いた第4の表面を有し、該第4の表面は、第1の反射層によって少なくとも部分的に覆われている、前記エッチングされた光学フィーチャと、

前記LEDダイを封入するよう前記反射カップの形状に従って前記反射カップを少なくとも部分的に充填する波長変換層であり、当該波長変換層は、実質的に平坦な頂面を有し、且つ前記エッチングされた光学フィーチャの前記第4の表面を覆う前記第1の反射層と接触し、当該波長変換層内で波長変換されて前記光学フィーチャを介して前記LEDダイに入る光の量を前記第1の反射層が低減させる、波長変換層と、

10

を有する構造体。

【請求項2】

前記少なくとも1つの光学フィーチャは、前記活性層の前記第3の表面から放出された光の一部を、前記成長基板の前記側壁を通じて前記LEDダイを出て行くように反射させる反射層で覆われている、請求項1に記載の構造体。

【請求項3】

前記少なくとも1つの光学フィーチャは、前記成長基板内に形成された凹状の実質的に円錐状の形状を有する、請求項1に記載の構造体。

【請求項4】

前記少なくとも1つの光学フィーチャは、前記成長基板内に形成された凹状の丸みを帯びた形状を有する、請求項1に記載の構造体。

20

【請求項5】

前記成長基板はサファイアを有する、請求項1に記載の構造体。

【請求項6】

前記成長基板は、200ミクロン厚より大きく、1mm厚より小さい、請求項1に記載の構造体。

【請求項7】

前記成長基板は、500ミクロン厚より大きく、1mm厚より小さい、請求項1に記載の構造体。

【請求項8】

30

前記波長変換層は、バインダ材料に注入された蛍光体粒子を有し、前記成長基板の前記側壁から放出される光の少なくとも一部は、前記LEDダイの上にない蛍光体粒子を活性化する、請求項1に記載の構造体。

【請求項9】

当該構造体は更に、前記LEDダイの頂部及び側面を覆う蛍光体材料を有し、前記LEDダイは青色光を発し、前記蛍光体材料は、前記青色光と組み合わせる蛍光体光を発する、請求項1に記載の構造体。

【請求項10】

前記少なくとも1つの光学フィーチャは、前記活性層の前記第3の表面から放出された光の大部分を、前記成長基板の前記側壁を通じて前記LEDダイを出て行くように向け直す、請求項1に記載の構造体。

40

【請求項11】

発光構造を形成する方法であって、

第1の表面と該第1の表面とは反対側の第2の表面とを有する成長基板ウエハを用意し、

前記成長基板ウエハの前記第2の表面に複数の光学フィーチャを形成し、

前記光学フィーチャを覆って反射層を形成し、

前記反射層を形成した後、前記成長基板ウエハの前記第1の表面の上にエピタキシャル層を成長させて発光ダイオード(LED)を形成し、該LEDは、光を放出する活性層を有し、該活性層は、前記成長基板ウエハに面する第3の表面を有し、且つ

50

前記成長基板ウエハを個片化して、成長基板部分を有する個々のＬＥＤダイを形成し、各成長基板部分は、前記光学フィーチャのうちの少なくとも１つを有し、前記光学フィーチャのうちの前記少なくとも１つは、前記活性層の前記第３の表面から放出された光の大部分を、前記成長基板部分の側壁を通じて前記ＬＥＤダイを出て行くように向け直すものであり、

前記ＬＥＤダイのうちの１つを反射カップ内にマウントし、且つ

該ＬＥＤダイの頂部及び側面を覆って前記反射カップ内に波長変換材料を堆積する、  
ことを有し、

各ＬＥＤダイは、該ＬＥＤダイの底面のかなりの部分を覆う反射性のアノード及びカソード電極を有するフリップチップであり、前記アノード及びカソード電極は、前記活性層によって生成された光の大部分を前記成長基板部分の前記側壁が放出するように、ワイヤを用いずに支持構造の電極に直接的に結合されるように構成される、

方法。

【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、特に、強化された側方放射（サイドエミッション）をＬＥＤに有させる技術に関する。

【背景技術】

【０００２】

ＬＥＤダイから放射される全ての光のうち大部分は、ＬＥＤのマウント面とは反対側のＬＥＤの頂面からである。頂面の表面積は $1\text{ mm}^2$ 程度であるので、これは本質的にピンポイントの光を作り出す。

【０００３】

図１は、ＬＥＤの一般的な用法を表しており、ＬＥＤは、例えばスマートフォンカメラのＬＥＤフラッシュ用などにおいて、光を特定の方向に向ける反射カップ内に置かれている。図１は、そのアノードコンタクト１２及びそのカソードコンタクト１４がダイ１０の底面に形成された典型的なフリップチップＬＥＤダイ１０の断面図である。コンタクト１２及び１４は、ＬＥＤダイ１０の底面のうちの大きい面積を占めるとともに反射性である。ダイ１０は場合により、パッケージ２０の電極に接合するための、より堅牢な金属パッドを有するサブマウントの上にマウントされ得る。

【０００４】

コンタクト１２及び１４は、パッケージ２０の電極１６及び１８に接合されている。そして、パッケージ電極１６及び１８は、例えば、プリント回路基板、基板、ソケットへの挿入用の細長いピン、等々の上の金属パッドなどの、何らかのその他の端子に接続され得る。

【０００５】

ＬＥＤダイ１０は反射カップ２２内に置かれている。反射カップ２２の反射壁２４が反射性の金属又は塗料で被覆され、あるいは、カップ２２自体が反射性の材料で形成され得る。

【０００６】

ＬＥＤダイ１０は、ＧａＮベースであって、青色光を発するとし得る。カップ２２は、シリコン、エポキシ又はその他の封止バインダ材料２５内に蛍光体粉末２６を注入した材料で充填されている。蛍光体粉末２６は、ＹＡＧ（黄緑色光を発する）、又は、赤及び緑の蛍光体粉末の混合物、又は、何らかのその他の種類の蛍光体とし得る。幾らかの青色光が漏れ出て、結果として得られる青色光と蛍光体の光とが混ざり合ったものが、蛍光体の種類及び蛍光体の密度に応じて、白色光又は何らかのその他の色の光を作り出す。

【０００７】

ＬＥＤダイ１０は、その簡略化した図１の例において、ｎ型半導体層２８、活性層３０、及びｐ型半導体層３２を有している。ヘテロ接合ＧａＮ ＬＥＤには、典型的に多数の

10

20

30

40

50

その他の層が存在する。LED層は成長基板上にエピタキシャル成長される。導電体34が、p型半導体層32及び活性層30を貫いて延在して、カソードコンタクト14をn型半導体層28に接続している。図1の例において、例えばサファイアなどの成長基板は除去されている。

#### 【0008】

一般に、LEDダイ10は、それに突き当たる可視光のうちの約15%を吸収する。図1の例において、LEDダイ10からの青色光線36が蛍光体粉末26の特定の粒子38を活性化しており、粒子38から放出される光(例えば、黄色光)は全ての方向に放射される。放射される光線40のうち、LEDダイ10の方に戻ってくる1つが示されており、この光の約15%がLEDダイ10によって吸収される。

10

#### 【0009】

LEDダイ10によって放射される全ての光のうち大部分がその頂面を介してであり、そして、LEDダイ10の上方の蛍光体によって放出される光のほぼ半分がLEDダイ10に向かう下向きであるので、LEDダイ10によって吸収されるかなりの量の光が存在し、LEDモジュールの効率を低下させてしまう。

#### 【発明の概要】

#### 【発明が解決しようとする課題】

#### 【0010】

例えば反射カップ内のLEDダイなどのLEDモジュールの効率を向上させる安価な技術が望まれる。

20

#### 【課題を解決するための手段】

#### 【0011】

一実施形態において、例えばサファイア、SiC、GaN、又はその他の成長基板ウエハなどの透明成長基板ウエハが、LED光の大部分がLEDの側壁から放射されるようにLED光の大部分を横に反射する角度付けられた面を持つ光学フィーチャ(造形部)を有するよう、マスキングとエッチングによって、あるいは何らかのその他の好適手法によってパターンニングされる。光学フィーチャは、成長表面の反対側(すなわち、完成したLEDの外側)に形成される。何千個というLEDが単一の成長基板ウエハ上に成長され得るので、何千個という光学フィーチャが基板に形成されることになる。一実施形態において、光学フィーチャは、凹状の円錐、又はそれが付随するLEDに対して近似的に中心にされた頂点を有するディンプルである。その他の光学フィーチャ形状も想定される。

30

#### 【0012】

成長基板ウエハは好ましくは、従来の成長基板ウエハより遥かに厚い。例えば、従来の成長基板ウエハは典型的に100ミクロン未満(理想的には、処理中に所望の機械的支持を達成する最小厚さ)である。光学フィーチャ(例えば、円錐)の所望の深さを達成するとともに、側壁のために比較的大きい表面積を作り出すため、成長基板ウエハは、例えば0.5mm-1mmなど、従来の成長基板ウエハの厚さの2倍より厚くされ得る。

#### 【0013】

光学フィーチャの角度付けられた面は、LED光を全反射(total internal reflection; TIR)によって反射することができ、あるいは、光学フィーチャの外表面を被覆するように、薄い反射性の金属層が成長基板ウエハ上に堆積され得る。成長基板ウエハのエッチングは好ましくは、LEDへのダメージを回避するために、LED半導体層が成長されるのに先立って実行される。LEDが、青色光又は紫外光を発するGaNベースのLEDであると仮定する。LEDが成長基板ウエハ上に形成された後に、ウエハが個片化されて、個々の側方放射LEDダイが形成される。

40

#### 【0014】

従って、LEDダイの活性層によって放出された全ての光のうちの大部分が、光学フィーチャによって横向きに反射されることになる。

#### 【0015】

得られたLEDダイが反射カップ内にマウントされて、カップが蛍光体材料で充填され

50

るとき、青色光によって活性化される蛍光体粒子は、ＬＥＤダイの上方ではなく、カップの反射面の上方にあることになる。故に、それらの粒子が全ての方向に光を放射するとき、蛍光体の光（蛍光体光）のうち、より小さい割合が、活性層に突き当たってＬＥＤによって吸収されることになり、より大きい割合が、カップの反射壁表面によって上向きに反射されることになる。これは、ＬＥＤモジュールの光出力を大いに増大させ、非常に少ない追加コストで効率を向上させる。

【００１６】

本発明はフリップチップＬＥＤに限定されず、フリップチップＬＥＤの代わりに、縦型ＬＥＤ、又は頂面コンタクトを有するＬＥＤが使用されてもよい。

【００１７】

例えばバックライトでの使用のためなどで、ＬＥＤダイの頂面上に別個の側方放射用レンズを取り付けることによって、側方放射ＬＥＤを作り出すことが知られている。しかしながら、本技術はそのような側方放射用レンズを除去する。別個の側方放射用レンズが使用されないで、レンズに関するコスト及び追加の処理工程が回避されるとともに、より浅くＬＥＤモジュールを作製することができる。成長基板内の光学フィーチャを用いてＬＥＤ光を反射することはまた、側方放射用レンズを用いることよりも、光効率が高いものである。

【００１８】

様々なその他の実施形態が開示される。

【図面の簡単な説明】

【００１９】

【図１】蛍光体材料で充填された反射カップ内にマウントされた従来技術に係る青色又はＵＶフリップチップＬＥＤダイを示す簡略化した断面図である。

【図２】比較的厚い透明成長基板ウエハのごく一部を示す断面図である。

【図３】光取り出しを向上させるように底面が粗面化された後、且つＬＥＤを側方放射ＬＥＤにさせる光学フィーチャを有するように頂面が形成された後の、図２のウエハを例示する図である。

【図４】図３の成長基板ウエハの上に形成された２つの簡略化したＬＥＤを示す断面図である。

【図５】ＬＥＤダイによる吸収の量を低減するよう、蛍光体粒子がＬＥＤダイの頂面を避けるように光を放射する、蛍光体材料で充填された反射カップ内にマウントされた個片化されたＬＥＤダイを示す断面図である。

【図６】ＬＥＤサブマウントを追加した図５の構造を例示する図である。

【図７】成長基板内に形成された光学フィーチャが、ボウル形状又は放物線形状を有した、ＬＥＤダイの他の一実施形態を示す断面図である。

【図８】成長基板内に形成された光学フィーチャが、ＬＥＤダイの頂面の上を避けるように光を屈折させるドーム形状を有した、ＬＥＤダイの他の一実施形態を示す断面図である。同じ又は同様である要素には同じ参照符号を付している。

【発明を実施するための形態】

【００２０】

本発明技術は、多種類の様々なＬＥＤに適用可能であり、ＬＥＤ構造の一例を記載することで本発明の適用を例示する。この例において、ＬＥＤは、青色光を発するＧａＮベースのＬＥＤである。ＧａＮベースのＬＥＤに好適な透明成長基板は、典型的に、サファイア、ＳｉＣ、又はＧａＮである。

【００２１】

図２は、サファイア成長基板ウエハ４２を例示している。このようなウエハは、直径で２－６インチの間で入手可能であるが、より大きいウエハも見込まれ且つ本発明の範囲内に含まれる。典型的なＬＥＤはたったの約１ｍｍ<sup>２</sup>であるので、単一のウエハ４２上に何千個ものＬＥＤが形成され得る。このようなウエハの従来厚さは、１００ミクロン未満であり、あるいは、処理中のＬＥＤ層の機械的支持に必要な最小厚さであると製造者が信じ

10

20

30

40

50

る厚さである。しかし、本プロセスにおいては、側方放射用の光学フィーチャ（造形部）の深さを収容するとともに大きい側壁表面積を作り出すよう、遥かに厚いウエハ４２が使用される。一実施形態において、ウエハ４２の厚さは約０．３ｍｍ－１ｍｍであり、好ましくは０．５ｍｍより大きい。

#### 【００２２】

全反射（ＴＩＲ）を抑制することによって光取り出しを増大させるよう、ウエハ４２の底面４３（ＧａＮ成長面）が粗面化される。このような粗面化は、従来からであり、研削、化学エッチング、プラズマエッチングなどによって実行され得る。

#### 【００２３】

一実施形態において、ウエハ４２の頂面が、金属（Ｎｉ）マスク又はフォトレジストマスクを用いてマスクされ、形成されることになる各ＬＥＤに１つで、何千という光学フィーチャ４４を形成するように化学エッチングされる。一実施形態において、ウエハ４２表面がＮｉマスクでパターンニングされ、そして、塩素ベースの誘導結合プラズマＲＩＥプロセスを用いて、円錐状の光学フィーチャが形成される。Ｎｉマスクの厚みが、各マスク開口のエッジ付近でシャドー効果を生み出すことで、Ｎｉ開口のエッジに向かってエッチング速度が漸進的に低下する。サファイア内に造形部をエッチングすることは知られたことである。レーザ又は研削ツールも、ウエハ４２をエッチングするために使用され得る。円錐状の光学フィーチャ４４の断面を図３に示すが、数多くあるその他の好適なフィーチャが形成されてもよい。図６及び７は、一部のその他の光学フィーチャを例示している。

#### 【００２４】

光学フィーチャ４４の深さは、幅広いＴＩＲ角を達成する４５°の角度の円錐のために、個片化されたＬＥＤの幅の１／２を上回り得る。例えば、円錐の深さは約０．５ｍｍとし得る。他の形状の光学フィーチャは、もっと浅くされて、もっと薄いウエハ４２を使用し得る。

#### 【００２５】

一実施形態において、光学フィーチャ４４による反射は、ＴＩＲによってである。他の一実施形態において、光学フィーチャ４４を覆って、例えば銀又はアルミニウムなどの反射性の金属の薄い層が（例えば、スパッタリングによって）堆積される。反射性の金属は、ほんの数ミクロン厚とし得る。このような場合、成長基板ウエハ４２はより薄くてもよい。また、ミラーとして作用するように、光学フィーチャ４４を覆うブラッグ反射器として誘電体層が形成されてもよい。

#### 【００２６】

次いで、図４に示すように、粗面化された表面４３の上に、従来からの技術を用いて、ＬＥＤ半導体層がエピタキシャル成長され得る。このようなＧａＮベースのＬＥＤは、図１に関して説明したのと同じ層２８、３０及び３２を有し得る。そして、フリップチップＬＥＤを形成するよう、金属の導電体３４、アノードコンタクト１２、及びカソードコンタクト１４が形成される。

#### 【００２７】

次いで、得られたＬＥＤウエハが、例えば、レーザエッチング又はスクライビングとそれに続く破断とによって、個片化される。その切り口を含む個片化ライン４８が図４に示されている。ＬＥＤウエハを個片化する数多くの好適手法が知られている。

#### 【００２８】

図５に示すように、得られたＬＥＤダイ５０が、図１に関して説明したように、反射カップ２０内にマウントされる。場合により、図６に示すように、カップ２０内にマウントされるのに先立って、ベアのＬＥＤダイ５０が堅牢なサブマウント５１上にマウントされ得る。サブマウント５１は、ヒートスプレッドとして作用するとともに、カップ電極１６及び１８への取付けのための遥かに大きくて堅牢な底部コンタクト５２を提供する。しかしながら、このようなサブマウント５１は、高さとコストをモジュールに追加する。

#### 【００２９】

そして、カップ２０が、例えばシリコン又はエポキシなどの透明あるいは半透明の封

10

20

30

40

50

止バインダ材料 25 に蛍光体粉末 26 を注入した材料で充填される。材料 25 はその後硬化される。蛍光体粉末の種類、蛍光体粉末 26 の密度、及び蛍光体層の厚さが、LED 光と蛍光体光との組み合わせによって放射される全体的な色を決定する。

【0030】

図 5 に示すように、活性層 30 から放出された LED 光の多くを、光学フィーチャ 44 が、LED ダイ 50 の比較的大きい側壁から出るように反射させることになる。故に、LED ダイの放射光の多くが、LED ダイ 50の上ではなく、反射カップ表面の上にある蛍光体粒子を活性化させることになる。これらの粒子が全ての方向に光を放射するとき、放射される光の大部分は、モジュールの頂面から出るように上向きに、あるいは反射カップによって上向きに反射されるように、の何れかで放射されることになる。放射された光のうち小さい割合のみが LED ダイ 50 の活性層 30 に突き当たることになり、そこで、その光の約 15% が活性層 30 によって吸収されることになる。活性層 30 によって放たれた光線 46 は、光学フィーチャ 44 によって反射されて蛍光体粒子 47 を活性化するように示されており、粒子 47 は、カップの反射壁 24 によって上向きに反射される光線 48 を放っている。

10

【0031】

さらに、ウエハ 42 の頂部が例えば反射性の金属などの反射膜で被覆される場合、蛍光体粒子によって放射された、この反射膜に突き当たる光は、LED ダイ 50 から遠ざかるように向きを変えられることになって、吸収されない。これは、図 5 の構造の効率を更に高める。図 5 において、これは、蛍光体粒子 47 A を活性化する光線 46 A によって例示されており、粒子 47 A は、ウエハ 42 上の反射膜で反射する光線 48 A を放っている。

20

【0032】

故に、図 1 の従来構造と比較して、活性層 30 による光の吸収に大きな低減が存在し、非常に少ない追加コストで効率が向上される。

【0033】

側方放射 LED ダイ 50 はまた、LCD スクリーンの方に光を向け直すプリズム又は粗面化表面を有するライトガイド内へと、いっそう均一に光を拡げることによって、液晶ディスプレイを背面照射するのに有用である。側方放射 LED ダイは非常に浅いので、ライトガイドは非常に薄くてもよい。LED ダイは、ライトガイドの穴の中にマウントされ、あるいはライトガイドのエッジに沿ってマウントされ得る。

30

【0034】

円錐の他に、数多くある他の光学フィーチャが成長基板ウエハに形成されてもよい。例えば、頂点と、対称的な漸近形状若しくは放物線形状と、を有するディンプルが使用され得る。

【0035】

図 7 は、光学フィーチャがどのようにしてボウル（お碗）形状 56 にされ得るかを例示している。ボウル形状は、円錐形状よりも、形成するのが容易であり得る。反射は TIR によるものとすることができ、あるいは、反射性の金属がボウル内に堆積されてもよい。反射された光線 57 が示されている。

40

【0036】

図 8 は、光学フィーチャがどのようにして凸状のドーム形状 58 にされ得るかを例示している。このような場合、LED 光は、LED 頂面の上から遠ざかるように屈折される。屈折された光線 59 が示されている。

【0037】

他の一実施形態において、LED ダイ 50 はフリップチップではない。

【0038】

他の一実施形態において、反射カップ内の波長変換材料は、例えば量子ドット材料など、蛍光体以外のものである。

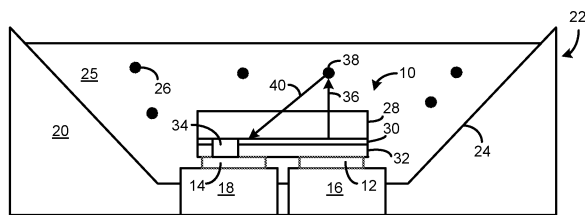
【0039】

本発明の特定の実施形態を図示して説明したが、当業者に明らかなように、より広い観

50

点での本発明を逸脱することなく変形及び変更が為され得るのであり、故に、添付の請求項は、その範囲内に、本発明の真の精神及び範囲に入るそのような変形及び変更の全てを包含するものである。

【図 1】



(従来技術)

【図 2】

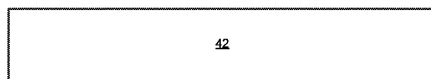


Fig. 2

【図 3】



Fig. 3

【図 4】

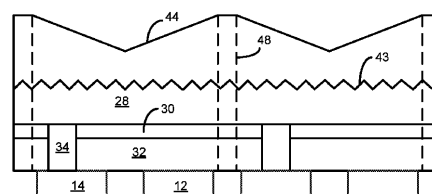


Fig. 4

【図 5】

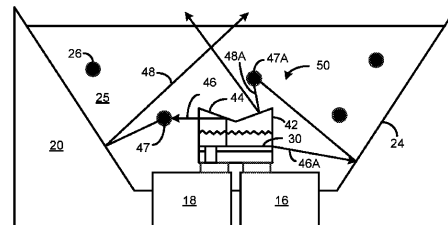


Fig. 5



【図 6】

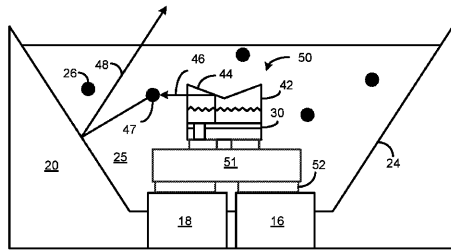


Fig. 6

【図 7】

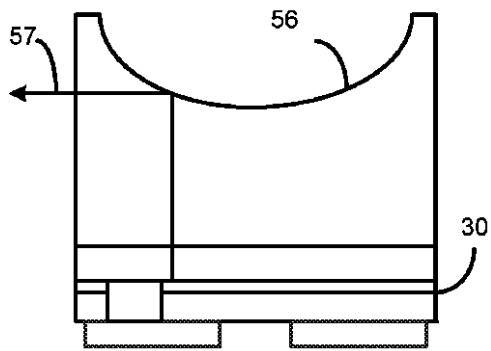


Fig. 7

【図 8】

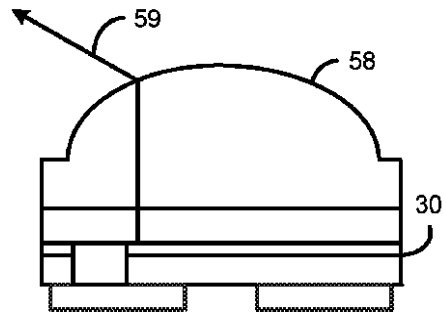


Fig. 8

---

フロントページの続き

合議体

審判長 井上 博之

審判官 瀬川 勝久

審判官 田中 秀直

- (56)参考文献 特開2008-4948(JP,A)  
特開2004-128057(JP,A)  
特開2004-56088(JP,A)  
特開2005-19609(JP,A)

- (58)調査した分野(Int.Cl., DB名)  
H01L33/00