

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 特 許 公 報 (B2)

(11) 特許番号

特許第6956085号
(P6956085)

(45) 発行日 令和3年10月27日 (2021. 10. 27)

(24) 登録日 令和3年10月6日 (2021.10.6)

(51) Int. Cl.	F I
HO 1 L 33/60 (2010.01)	HO 1 L 33/60
HO 1 L 33/50 (2010.01)	HO 1 L 33/50
HO 1 L 33/62 (2010.01)	HO 1 L 33/62
HO 1 L 33/54 (2010.01)	HO 1 L 33/54
HO 1 L 33/00 (2010.01)	HO 1 L 33/00
	L
請求項の数 15 (全 10 頁) 最終頁に続く	

(21) 出願番号	特願2018-529016 (P2018-529016)	(73) 特許権者	518190455
(86) (22) 出願日	平成28年12月15日 (2016.12.15)		キャティ ビー. ブイ.
(65) 公表番号	特表2019-507490 (P2019-507490A)		オランダ国, ヘルモント 5705 セー
(43) 公表日	平成31年3月14日 (2019.3.14)		エス, ザイドデイク 9
(86) 国際出願番号	PCT/NL2016/050876	(74) 代理人	100091683
(87) 国際公開番号	W02017/105233		弁理士 ▲吉▼川 俊雄
(87) 国際公開日	平成29年6月22日 (2017.6.22)	(72) 発明者	ヴィッセル, ユルイエン ヒルヴェルト
審査請求日	平成30年12月12日 (2018.12.12)		オランダ国, ヘルモント 5705 セー
(31) 優先権主張番号	2015982		エス, ザイドデイク 9内
(32) 優先日	平成27年12月17日 (2015.12.17)	(72) 発明者	ヴェニンガ, エリック ピーター
(33) 優先権主張国・地域又は機関	オランダ (NL)		オランダ国, ヘルモント 5705 セー
			エス, ザイドデイク 9内
		審査官	百瀬 正之
			最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電気光学アセンブリ

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

複数の電気端子を有する少なくとも1つの電気光学素子と、基板を含む、前記電気光学素子を支持するための支持体と、前記電気光学素子を覆う透明カバー部材と、を備える電気光学アセンブリであって、

前記支持体は、前記電気光学素子の前記複数の電気端子のうちの1つと電氣的に接続するための少なくとも1つの電極と、反射部材であって、使用時に前記反射部材を介して前記電気光学素子への又は前記電気光学素子からの電磁放射を反射するように、前記基板表面上に配置された反射部材とを備え、

前記反射部材は、前記基板の表面内又は表面上に設けられた凹部内に収容され、使用時に液体状態である金属から形成され、前記基板の表面は前記凹部を覆う前記透明カバー部材を有し、前記凹部の設計は、前記透明カバー部材又は前記基板の幾何形状によって制御されている、電気光学アセンブリ。

【請求項 2】

前記反射部材は、前記電極及び前記電気端子と電氣的に接触している、請求項1に記載の電気光学アセンブリ。

【請求項 3】

前記反射部材部分を含む前記基板表面上の2つ以上の凹部を電氣的に分離するバリアを更に備え、前記反射部材部分は、電極のうちの2つ以上と対応して電氣的に接続している、請求項1に記載の電気光学アセンブリ。

10

20

【請求項 4】

前記透明カバー部材が前記凹部及び前記電気光学素子を覆う、請求項 1 に記載の電気光学アセンブリ。

【請求項 5】

前記透明カバー部材は、蛍光物質などの光学変換素子、充填材、又はインシュレータを含む、請求項 4 に記載の電気光学アセンブリ。

【請求項 6】

前記反射部材は、Ga 及び In を含む共融混合物から形成される、請求項 1 に記載の電気光学アセンブリ。

【請求項 7】

前記反射部材は、前記凹部の濡れ性によって制御される形状を有するメニスカスを形成する、請求項 1 に記載の電気光学アセンブリ。

【請求項 8】

前記基板は可撓性を有する、請求項 1 に記載の電気光学アセンブリ。

【請求項 9】

前記反射部材は、使用されていない場合には固体状態である、請求項 1 に記載の電気光学アセンブリ。

【請求項 10】

前記電極は、前記電気光学デバイスの底面と向かい合って前記基板の上面上に配置される、請求項 1 に記載の電気光学アセンブリ。

【請求項 11】

前記電極は、ビア構造を介して前記基板を横断する、請求項 1 に記載の電気光学アセンブリ。

【請求項 12】

前記電気光学素子の前記電気端子は、前記反射部材と面している、請求項 1 に記載の電気光学アセンブリ。

【請求項 13】

前記支持体は照明器具であり、前記電気光学デバイスは前記照明器具によって直接的に支持される、請求項 1 に記載の電気光学アセンブリ。

【請求項 14】

前記電気光学素子は LED ダイ又は OLED である、請求項 1 に記載の電気光学アセンブリ。

【請求項 15】

電気光学アセンブリを製造するための方法であって、
基板を含む支持体と、1 つ又は複数の電気端子を有する電気光学素子とを設けるステップと、

前記電気光学素子の前記電気端子のうちの 1 つと電氣的に接続するために前記基板上に電極を設けるステップと、

前記基板の表面内又は表面上に設けられた凹部に反射部材を配置するステップと、
使用時に前記反射部材を介して前記電気光学素子への又は前記光学素子からの電磁放射を反射するように、前記反射部材に対して電気光学素子を配置するステップであって、前記反射部材は、使用時に液体状態である金属から形成されるステップと、および、

前記反射部材を収容する凹部を覆う透明カバー部材を設けるステップであって、前記凹部の設計は、前記透明カバー部材と前記基板の幾何形状によって制御されている、透明カバー部材を設けるステップと、を含む方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

技術分野

本発明は、照明装置及び照明器具用の LED パッケージの製造分野に関する。

10

20

30

40

50

【背景技術】

【0002】

背景技術

従来技術では、LEDチップデバイスを、相互接続技術、例えば、フリップチップ用のはんだバンプを介して基板に電氣的に接続させることが知られている。基板は、例えば銅配線、ビア等を介して、チップデバイスに電力を供給するための配線を有する。LEDデバイスは、LEDに光学ハウジング及び保護を提供する透明樹脂によってパッケージ化され、LEDは、電気コネクタを介して電氣的に接続することができる。光出力を最適化するために、LEDチップデバイスから放射された光を反射し、デバイスから出てゆく光取り出しを高める、反射層を基板に設けることが知られている。これらの目的のために、通常、銀層が設けられる。しかしながら、この材料には幾つかの問題点があり、銀マイグレーション及び/又は硫化物の形成等に起因する光学的劣化にさいなまれる。また、銀の場合は500nm以下で、より低い波長に対する反射率を提供することは難題である。更に、現在のLEDパッケージの材料コスト及び処理工程は、依然として相当なものであり、作動寿命は、接合処理によって誘発される熱機械的応力に起因して制限される。或いは、(フリップチップ技術とは対照的に)電気配線がチップの上部電極部分に取り付けられ、複雑な状況に更に拍車をかける。更に、配線及び電極のそのような露出した部分による光の吸収によって、発光装置の光抽出効率が低下する可能性があるというリスクがある。

10

【0003】

両方の変形例について、前述した劣化にさいなまれずかつ反射値を最適な水準に維持する、反射器形成のための低コストの代替案を提供することを目的とする。また、信頼性の高い低温の接合処理を有し、製造中及び作動寿命中の熱機械的応力が低減されたパッケージを提供することも目的とする。

20

【0004】

特開2012-156214A号公報は、配線を有する基板上に搭載されたフリップチップである発光素子を含む発光装置について開示しており、この発光装置は、配線上に配置された絶縁性光反射層を有すること、また、絶縁性光反射層を貫通して配線に到達し、それによって発光素子を配線に接続するバンプを有することを特徴としている。

【発明の概要】

【課題を解決するための手段】

30

【0005】

発明の概要

本発明の一態様によれば、電気光学アセンブリが提供され、この電気光学アセンブリは、少なくとも1つの電気光学素子と、少なくとも1つの電極と、反射部材とを備え、上記少なくとも1つの電気光学素子は、電気端子と上記電気光学素子を支持するための支持体とを有し、上記支持体は基板を含み、上記少なくとも1つの電極は上記電気光学素子の電気端子と電氣的に接続するためのものであり、上記反射部材は、使用時に上記反射部材を介して電気光学素子への又は電気光学素子からの電磁放射を反射するように、電気光学素子と光学的に対応して、基板表面上に配置される。反射部材は、基板の表面内又は表面上に設けられた凹部に収容され、基板表面は上記凹部を覆う透明カバーを有する。反射部材は、使用時に液体状態である金属から形成される。利点としては、反射特性が改善され、光学的劣化がより少ないことが挙げられ得る。凹部は、反射部材が堆積されたときに反射部材を封入することによって形成されるように、カバー又は基板の幾何形状を制御することによって、設計することができる。或いは、凹部は特別に設計されることがあり、反射部材は、そのように形成された凹部に固体又は液体の状態で挿入されることがある。

40

【0006】

本発明の更なる態様によれば、電気光学デバイスを製造するための方法が提供され、この方法は、基板を含む支持体と1つ又は複数の電気端子を有する電気光学素子とを設けるステップと、電気光学素子の上記端子のうちの1つに電氣的に接続するための電極を上記基板上に設けるステップと、基板の表面内又は表面上に設けられた凹部の基板表面上に

50

反射部材を配置するステップと、使用時に上記反射部材を介して電気光学素子への又は電気光学素子からの電磁放射を反射するように、反射部材に対して電気光学素子を配置するステップであって、反射部材は使用時に液体状態である金属から形成されるステップと、上記凹部を覆う透明カバーを設けるステップであって、上記凹部は反射部材を収容するステップと、を含む。

【0007】

利点としては、反射特性が改善され、光学的劣化がより少ないことが挙げられ得る。更なる利点としては、処理工程の数が低減されること、また、チップダイ接続のより良好な熱機械的応力の管理のおかげで、製造処理及び作動寿命において故障のリスクがより少なくなることが挙げられ得る。

10

【図面の簡単な説明】

【0008】

【図1】本発明による第1の実施形態の概略断面図を示す。

【図2】本発明による第2の実施形態の概略断面図を示す。

【図3】本発明による第3の実施形態の概略断面図を示す。

【図4】本発明による第4の実施形態の概略断面図を示す。

【図5】本発明による第5の実施形態の概略断面図を示す。

【図6】本発明による第6の実施形態の概略断面図を示す。

【図7】本発明による第7の実施形態の概略断面図を示す。

【図8】本発明による第8の実施形態の概略断面図を示す。

20

【図9a】本発明による第9の実施形態の概略断面図を示す。

【図9b】本発明による第9の実施形態の概略断面図を示す。

【図10】本発明による第10の実施形態の概略断面図を示す。

【発明を実施するための形態】

【0009】

実施形態の詳細な説明

他で規定する場合を除いて、本明細書で使用される全ての用語（技術用語及び科学用語を含む）は、明細書及び図面の文脈から読み取られるような、本発明が属する技術分野の当業者によって一般的に理解されるのと同じ意味を有する。一般的に使用される辞書で規定された用語などの用語は、関連する技術分野の文脈における意味と一致する意味を有するものとして解釈されるべきであり、本明細書で明示的に規定しない限りは、理想化された又は過度に形式的な意味で解釈されないことを、更に理解されたい。場合によっては、周知のデバイス及び方法の詳細な説明は、本システム及び方法の説明を不明瞭にしないように、省略されることがある。用語「及び／又は」は、関連する列挙された項目のうちの1つ又は複数の任意の及び全ての組み合わせを含む。用語「含む（comprises）」及び／又は「含む（comprising）」は、記載された特徴の存在を明示するが、1つ又は複数の他の特徴の存在又は追加を排除するものではないことを、更に理解されたい。本明細書で言及される全ての刊行物、特許出願、特許、及び他の参考文献は、その全体が参照により組み込まれる。矛盾が生じる場合は、定義を含めて、本明細書が統括する。

30

【0010】

40

本出願全体を通じて、使用時に液体である太陽電池などの、LED、OLED、又は電気光学変換ダイオードであり得る電気光学アセンブリにミラーを設けるための任意の手段は、とりわけ、以下で更に明確にするように、本発明を実行するために適していることがある。ミラーの機能は、アセンブリから外に光を取り出して導き、かつ、LEDチップと基板との間に電氣的相互接続を確立することである。ミラーは、導電性特性及び反射性特性の両方を有する液体／液体状態にある材料（例えば、液体金属）（例えば、ガリウム及び／又はインジウムを含む共融混合物）か又は、例えば約摂氏80度以下の融点を有する、使用時に液体になる特性を有する別の金属混合物を使用することにより、構築される。使用時に、液体によって形成されるメニスカスによって、凹部内でミラーが形成される。本発明は、基板なしのパッケージ化から照明器具上での直接的なチップアセンブリに及ぶ

50

、様々なLEDパッケージ化ソリューションのための低温チップ接合方法を提供する。

【0011】

コンセプトとしては、以下のLEDパッケージ化問題に対して解決策を提供し得ることである。

- ・ 銀ミラーの光学的劣化（例えば、銀マイグレーション、硫化銀の形成）
- ・ 熱界面性能の低下及び変化（例えば、ダイ取り付けの無効化）
- ・ 熱機械的応力に起因するチップサイズの制約及び幾何形状の制約
- ・ 低波長（例えば、銀の場合は500nm以下）での反射率の低下
- ・ 材料及び処理工程に起因する高いパッケージ化コスト
- ・ 分解及びリサイクルされるように設計されていない。

10

【0012】

このコンセプトの更なる利点は、下記の通りであり得る：

- ・ 部品の点数及び処理の工程数の削減に起因する低コスト
- ・ 部品の点数の削減、低温接合処理、及び作動寿命及び製造中の熱機械的応力の低減に起因する、信頼性の向上
- ・ 顧客注文デカップリングポイント（CODP）の推進、パッケージ化されたチップの代わりにむきだしのダイの使用
- ・ 低温接合処理に起因して可能な照明器具上のチップ（COL）
- ・ サプライチェーン工程の削除
- ・ 形状及び寸法の自由、並びにチップ及びパッケージの可撓性。

20

【0013】

本発明は、本発明の実施形態を示す添付の図面を参照して、以下でより完全に説明される。しかしながら、この発明は、多くの異なる形態で具現化することができ、本明細書に記載する実施形態に制限されるものとして解釈されるべきではない。むしろ、これらの実施形態は、本開示が徹底して完全であり、当業者に本発明の範囲を完全に伝えるように、提供されるものである。例示的な実施形態の説明は、書面による明細書全体の一部であるとみなされるべきである添付の図面と関連して読み取られることが意図されている。図面では、システム、部品、層、及び領域の寸法及び相対的な寸法は、明確にするために誇張されていることがある。実施形態は、本発明の理想化されている可能性があるかつ／又は中間の構造の概略図を参照して説明される。

30

【0014】

ここで図1を参照すると、本発明による第1の実施形態の概略断面図が示されている。より詳細には、単一の又は複数のLEDチップ1を有するパッケージ化された発光ダイオード（LED）アセンブリ10が図示されている。LEDは、基板2上に電気端子を形成するパンプ13を介して取り付けられているダイ1上に、発光層11（例えば、リン層などの光変換層を更に含む）を含む。ここでは、多くの代替案が可能である。アセンブリ10は、上記電気光学素子1を完全に覆う透明なカバー部材5によってパッケージとして封止されている。電気光学素子1、とりわけフリップチップLEDダイは、上記パンプ13を介して、電気光学素子1の電気端子13との電氣的接続のための電極14に接続される。反射部材4は、基板表面上に配置される。反射器4は、表面のかなりの部分を覆っており、とりわけ、電気光学素子を少なくとも外周に渡って囲んでいる。従って、使用時には、電磁放射は、上記反射部材4を介して電気光学素子へ又は電気光学素子から反射させることができる。

40

【0015】

フリップチップ1は、上記電気光学デバイス1の底部と向かい合って基板2の上面上に配置される電極14に接続される。

【0016】

図1では、電極14は、ストリップ、例えば、反射層4の下に少なくとも部分的に存在する銅によって、形成される。この金属ストリップは、従来の方法で基板2を横断して設けられたビア構造15と接触している。底部側には、即ち、LED1の反対側には、コン

50

タクトパッド 16 が形成されている。この実施形態では、反射部材 4 は、使用時に液体状態である金属から形成される。利点は、ミラーが自己修復できることである。また、汚染が少なく、汚染は、メニスカスを理想の形態に保ちながらも、金属性液体によって容易に吸収され得る。従って、反射特性が高められる。好ましい実施形態では、ミラー 4 の反射特性は、適切な金属を選択することにより一層高めることができる。例えば、共融ガリウム・インジウム混合物は、500nm 未満の波長に対して、従来の銀層よりも優れた反射特性を有する。

【0017】

この実施形態では更に、反射部材は電極及び上記電気端子と電氣的に接触している。このようにして、改善された電氣的接触部を設けるための既知の方法が、液体金属のミラー機能と組み合わせられる。更に、この実施形態では、液体金属を収容する凹部は、上記反射部材部分を含む基板表面上の 1 つ又は複数の凹部を電氣的に分離する直立したバリアを介して分離されており、反射部材部分は、2 つ以上の電極と対応して電氣的に接続している。このバリアは、単一の電気接触部のみが設けられる場合には、省略することができる。例えば、単一の電気接触部は、ミラー層 4 を介して設けられていない、更なる接続部による（以下を参照）。

10

【0018】

図 2 は、従来のストリップ電極を省略することにより更なる改善がもたらされる、代替の実施形態を示す。この実施形態では、液体ミラー 4 は、ビア構造 15 と直接的に接触することができる。リン層がダイ 1 から省略されるが、カバー 5 にリンを含む材料を追加して、液体ミラー 4 を収容する区画を封止することができる。

20

【0019】

図 3 は、先の実施例とは対照的に、更なる代替例を示し、この代替例では、基板は導電性であり、例えば、ダイ 1 と電氣的に接続している少なくとも 1 つの電極を形成する。この例では、例えば、液体ミラーの濡れ性を規定する Au 層及び Ni バリア層を有する Cu ストリップなどの、化学的に安定なバリア及び湿潤層を含む適切な金属被覆とダイ 1 との間に相互接続部を形成する、従来のストリップ電極部分 2a、2b の基板。部分 2a 及び 2b は、カバー 5 と隣接する基板部分 2a、2b との間の対応する凹部に設けられた対応する液体ミラー部分 4a、4b と、直接的に電氣的に接続されている。ミラー部分は、バリア 3 によって電氣的に分離されており、バリア 3 は同様に基板部分 2a、2b を分離する。

30

【0020】

図 4 は、電極 14a が単一の反射部材 4 と電氣的に接触して設けられており、他方の電極 14b が、LED 1 上の上面ワイヤボンダを介して接続されている実施形態を示す。アセンブリ 40 は、基板 2、直立した壁 20、及び透明カバー部材 5 によって形成されるハウジング内に収容される。

【0021】

図 5 は、パッケージ 50 を示し、パッケージ 50 では、LED アセンブリには LED 1 を覆う拡散性カバー 5 が設けられている。LED は、基板部分 22 とカバー 5 との間の凹部に収容されたそれぞれのミラー部分 4a、4b と直接的に電氣的に接触しているランプ 14 を有する。ミラー部分 4a、4b は、ビア構造及び外部コンタクトパッドと導電的に接触している。バリア 3 は、上記反射部材部分 4a、4b を収容する基板表面上の 2 つ以上の凹部を電氣的に分離する。

40

【0022】

図 6 は、前のものと同様の「バスタブ」アセンブリ 60 を示しており、このアセンブリでは、カバー 5 が設けられており、使用時には液化する基板 2 とカバー 5 との間の対応する凹部にミラー層 4 が設けられている。この例では、有利にも、ミラーは使用されていない場合には固体である。

【0023】

図 7 は、図 4 のワイヤボンディングの代替例として、リードフレームアセンブリ 70 を

50

示す。ここでは、中央バリア 3 がミラー部分 4 a、4 b を分割している。

【0024】

図 8 は、ミラーとして機能する液体性金属で充填された凹部 2 内に設けられたチップと、コネクタ 16 b に接続されている電極とを有する、例えば 5 mm 信号 1 e d 型の低電力設計 100 を示す。LED の上側部分は、ワイヤボンディングを介してコネクタ 16 a に接続することができる。

【0025】

図 9 は、ひっくり返されたアセンブリ 80 (間接照明又は感知用) を示す。図 9 a は断面図を示す。図 9 b は対応する斜視図を示す。反射器 4 が、基板 2 と透明カバー 5 との間、並びにダイ 1 と電極 16 a 及び 16 b との間に形成されている。

10

【0026】

図 10 は、更なる代替的な実施形態を示す。図 10 では、基板 2 及び薄いチップ又は OLED 1 は可撓性を有する、即ち、湾曲して曲がることができ、例えば、曲げやすいホイル等であることが示されている。ミラー部分 4 a、4 b を、例えば、可撓性を有する透明カバー 5 によって、ホイル 2 上の凹部内に設けることができる。従って、使用時には、反射器は、能動的に又は受動的に使用することができ、形を変えることが可能であり得る。例えば、能動的な態様では、即ち、形状の能動的な制御によって、例えば、適応可能なミラー作動装置を作動させることによって、表面の光の反射特性を能動的に変化させることができる。

【0027】

20

本発明を、図面及び上記説明において詳細に図示し説明したが、そのような図示及び説明は説明的又は例示的なものであり、限定するものではないとみなされるべきである。本発明は、開示された実施形態には限定されない。更に、当業者であれば、本明細書で使用するテストという用語は、特定の物理的な設計に限定されず、チップダイと相互接続可能である全ての種類の構造を含むことができることを、理解するであろう。更に、本発明は、特定のタイプの用途に限定されず、以下の用途向けの (O) L e d 照明において使用することができる、即ち、自動車のヘッドライト、自動車の D R L (日中走行用ライト)、産業用照明、屋外照明、住宅照明、商用の / 建築用の照明、プロジェクト - テーブルのトップ及び天井光、自動車の後部のコンビネーションランプ、信号伝達、自動車 (中央のハイマウントストップランプ)、自動車のインテリア、懐中電灯、デスクトップモニター、T V の大型ディスプレイ、極小で携帯性に優れたプロジェクター、太陽電池、例えば処理目的 (例えば、硬化) のための (O) L e d ベースの照明 / 照射などの工業目的、などである。

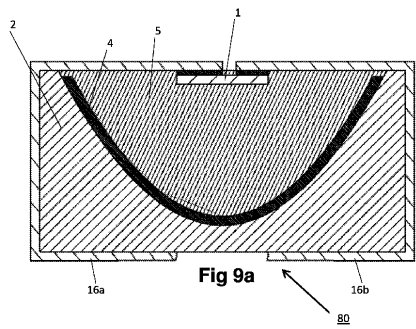
30

【0028】

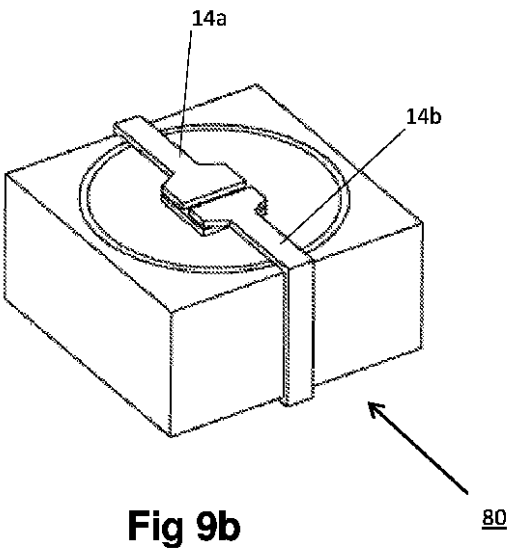
開示された実施形態への他の変形例が、図面、明細、及び添付の請求項の研究から、特許請求された本発明を実施する際に当業者によって理解され得る。請求項において、単語「含む (c o m p r i s i n g)」は他の構成要素又はステップを排除するものではなく、不定冠詞「1つの (a)」又は「1つの (an)」は複数を排除するものではない。単一のユニットが、特許請求の範囲に記載されるいくつかの項目の機能を実現することがある。特定の処置が互いに異なる従属請求項に記載されているという単なる事実は、これらの処置の組み合わせが、利益を得るように使用され得ないということを示すものではない。例えば、図 3 で説明された濡れ性は他の実施形態にも同様に当てはまることがある。更に、記載された金属は、ガリウム及びインジウムの共融混合物から形成されているが、これは、同じ機能をもたらす他の混合物を適用することができるということを除外しない。明らかに、これらの混合物へのさらなる追加は、添付の特許請求の範囲に含まれる。請求項におけるいかなる参照符号も、範囲を限定するものとして解釈されるべきではない。

40

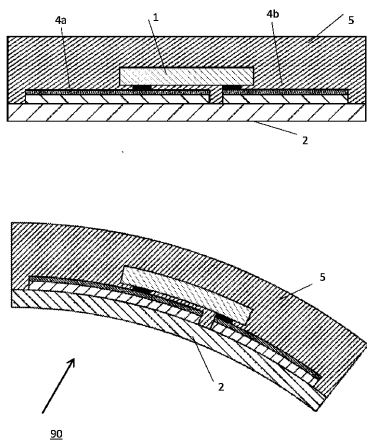
【図 9 a】



【図 9 b】



【図 10】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.			F I		
<i>H 0 1 L</i>	<i>51/50</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 5 B</i>	<i>33/14</i>	<i>B</i>
<i>H 0 5 B</i>	<i>33/10</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 5 B</i>	<i>33/10</i>	
<i>H 0 5 B</i>	<i>33/24</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 5 B</i>	<i>33/24</i>	
<i>H 0 5 B</i>	<i>33/06</i>	<i>(2006.01)</i>	<i>H 0 5 B</i>	<i>33/06</i>	

(56)参考文献 特開 2 0 0 6 - 0 4 8 9 4 6 (J P , A)
 特開 2 0 1 4 - 1 4 6 4 7 4 (J P , A)
 特開 2 0 0 3 - 0 5 9 6 4 8 (J P , A)
 米国特許出願公開第 2 0 1 2 / 0 1 3 8 9 6 4 (U S , A 1)
 米国特許出願公開第 2 0 0 6 / 0 0 6 6 2 2 4 (U S , A 1)
 特表 2 0 0 4 - 5 1 6 6 4 1 (J P , A)
 特開 2 0 1 5 - 0 9 0 4 8 0 (J P , A)
 特開 2 0 0 9 - 2 7 7 8 4 1 (J P , A)
 特開 2 0 1 2 - 1 5 6 2 1 4 (J P , A)
 国際公開第 2 0 0 8 / 0 8 7 8 8 3 (W O , A 1)
 特開 2 0 1 1 - 1 2 9 8 6 2 (J P , A)
 米国特許第 3 3 7 1 2 8 7 (U S , A)
 米国特許出願公開第 2 0 1 5 / 0 1 4 7 8 9 6 (U S , A 1)
 米国特許出願公開第 2 0 0 9 / 0 2 7 3 0 8 3 (U S , A 1)
 特開 2 0 0 8 - 2 9 4 4 3 6 (J P , A)
 特開平 5 - 1 4 2 4 8 7 (J P , A)
 特開平 6 - 1 7 5 0 5 2 (J P , A)
 特開 2 0 0 2 - 2 0 7 1 1 1 (J P , A)

(58)調査した分野(Int.Cl. , D B 名)

H 0 1 L *3 3 / 0 0 - 3 3 / 6 4*
H 0 1 L *2 7 / 3 2*
H 0 1 L *5 1 / 5 0*
H 0 5 B *3 3 / 0 0 - 3 3 / 2 8*