

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5727625号
(P5727625)

(45) 発行日 平成27年6月3日(2015.6.3)

(24) 登録日 平成27年4月10日(2015.4.10)

(51) Int. Cl.		F I	
HO3H	9/25 (2006.01)	HO3H	9/25 A
HO3H	3/08 (2006.01)	HO3H	3/08
HO3H	9/02 (2006.01)	HO3H	9/02 A
HO3H	3/02 (2006.01)	HO3H	3/02 B
HO3H	9/17 (2006.01)	HO3H	9/17 F

請求項の数 13 (全 11 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2013-546642 (P2013-546642)	(73) 特許権者	300002160 エプコス アクチエンゲゼルシャフト EPCOS AG ドイツ連邦共和国 ミュンヘン ザンクト -マルティン-シュトラッセ 53 St. -Martin-Strasse 53, D-81669 Muenche n, Germany
(86) (22) 出願日	平成23年12月5日(2011.12.5)	(74) 代理人	100090022 弁理士 長門 侃二
(65) 公表番号	特表2014-502815 (P2014-502815A)	(72) 発明者	ヘン, グドラン ドイツ国 82067 エベンハウゼン, ウォルフラッツハウザー シュトラッセ 64 デー
(43) 公表日	平成26年2月3日(2014.2.3)		
(86) 国際出願番号	PCT/EP2011/071761		
(87) 国際公開番号	W02012/089443		
(87) 国際公開日	平成24年7月5日(2012.7.5)		
審査請求日	平成25年8月20日(2013.8.20)		
(31) 優先権主張番号	102010056562.8		
(32) 優先日	平成22年12月30日(2010.12.30)		
(33) 優先権主張国	ドイツ (DE)		

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 電子デバイス及び電子デバイスの製造方法

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

第一電極(10)、第二電極(20)、前記第一電極(10)と前記第二電極(20)とに電氣的に連結された活性領域(30)、及び、パッケージ(100)を有する電子デバイスにおいて、

前記パッケージ(100)が少なくとも一部の領域に複数の平面状単原子炭素層を含み

前記複数の平面状単原子炭素層は、複数の単層または積層として配設されており、分離された複数の層あるいは上下に重なった複数の層として、前記パッケージ中に存在する、ことを特徴とする、電子デバイス。

【請求項 2】

電気音響素子であって、前記活性領域(30)が圧電層を含んでいることを特徴とする、請求項 1 に記載の電子デバイス。

【請求項 3】

第一及び第二電極(10, 20)が、圧電層(30)の一つの面に配置され、または相対する面にそれぞれ配設されていることを特徴とする、請求項 2 に記載の電子デバイス。

【請求項 4】

パッケージ(100)が、活性領域(30)上に配されたキャビティ(60)を有していることを特徴とする、請求項 1 乃至 3 のいずれかに記載の電子デバイス。

【請求項 5】

10

20

前記キャビティ(60)上に、キャビティにまたがる積層部(80)が配設されていることを特徴とする、請求項4に記載の電子デバイス。

【請求項6】

前記キャビティ(60)と前記積層部(80)との間に第一安定化層(70)が配設されていることを特徴とする、請求項5に記載の電子デバイス。

【請求項7】

前記積層部80が、複数の平面状単原子炭素層を含む少なくとも一つの安定化層(81, 82, 83)を有していることを特徴とする、請求項5または6に記載の電子デバイス。

【請求項8】

前記第一安定化層(70)が複数の平面状単原子炭素層を含んでいることを特徴とする、請求項6または7に記載の電子デバイス。

【請求項9】

前記安定化層(81, 82, 83)が、前記積層部(80)の内部に配設され、または前記キャビティ(60)を完全に囲む層(81)として、または前記積層部(80)を外に向かって閉ざす層(83)として配設されていることを特徴とする、請求項7に記載の電子デバイス。

【請求項10】

前記安定化層(81, 83)が更に高周波遮蔽性及び/または熱伝導性をもつことを特徴とする、請求項7または9に記載の電子デバイス。

【請求項11】

表面波素子または体積波素子または微小電気機械素子として構成されていることを特徴とする、請求項1乃至10のいずれかに記載の電子デバイス。

【請求項12】

請求項9または10に記載の電子デバイスの製造方法であって、
 A) 前記第一電極(10)、前記第二電極(20)及び前記活性領域(30)を含む構造部分の上に仮設層を設けるステップ、
 B) 開口を有する第一安定化層(70)を前記仮設層上に配設するステップ、
 C) 開口を通じて前記仮設層を除くステップ、及び、
 D) 第一安定化層(70)上に積層部(80)を設けるステップ
 を有し、

前記複数の平面状単原子炭素層を含む層が、前記キャビティのすぐ上、または前記積層部中に設けられ、あるいは前記積層部を閉ざす層として設けられることを特徴とする、電子デバイスの製造方法。

【請求項13】

前記ステップB)及び/または前記ステップD)が、化学蒸着、物理蒸着、溶液塗布、及び、表面化学反応を含む群から選ばれた方法によって実施されることを特徴とする、請求項12に記載の方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

電子デバイス及び電子デバイスの製造方法を示す。

【背景技術】

【0002】

例えば表面波素子や体積波素子のような電子デバイス(マイクロメカニカル素子もここで言う電子デバイスに含まれる)のパッケージは、通常キャビティを必要とする。キャビティを有するパッケージは従来様々な方法で製造され、例えばスペーサとしてまた側方境

10

20

30

40

50

界部として機能するフレーム構造を、例えばセラミック上に設け、素子をフリップチップ実装してプラスチックで覆う方法や、ウェハに凹みを設け、接続用に、また側方境界部として機能するフレーム構造を設け、完成したウェハをフリップチップ実装した後、ウェハボンディングを行って接続を確実にする方法がある。ここでウェハは例えばシリコンやニオブ酸塩/タンタル酸塩から出来ていてもよい。この後個々のチップが分離される。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0003】

本発明の少なくとも一つの実施形態の課題は、従来のパッケージに比べてサイズが小さく高い安定性をもつパッケージを含む電子デバイスを提供することである。別な実施形態の課題は、この種の電子デバイスの製造方法を提供することである。

10

【課題を解決するための手段】

【0004】

これらの課題は請求項1に記載の電子デバイスと請求項14に記載の方法とによって解決される。

【0005】

第一電極、第二電極、第一電極と第二電極とに電気的に連結された活性領域、及びパッケージを含み、該パッケージが少なくとも一部の領域に複数の単原子炭素層を含んでいる電子デバイスが示される。

【0006】

この明細書において、「電気的に連結」とは導電的な接触または電磁的な接触を意味する。

20

【0007】

こうして、少なくともパッケージの一部の領域に複数の単原子炭素層の形で合成素材を含む電子デバイスが提供される。これらの単原子炭素層により、パッケージは高い力学的・静的安定性もつ。単原子炭素層は更に導電性を有していてもよく、そのような単原子炭素層を使用することによりパッケージは高周波遮蔽機能をもつことになる。あるいは単原子炭素層は絶縁性をもつよう、例えばフッ素で改質されていてもよい。

【0008】

複数の単原子炭素層は平面状であっても、複数のチューブに形成されていても、一部は平面状で一部はチューブに形成されていてもよい。平面状の単原子炭素層はグラフェン、チューブに形成された単原子炭素層はナノチューブと呼ばれ得る。

30

【0009】

こうしてパッケージの一部の領域に、グラフェンまたはナノチューブまたはグラフェンとナノチューブとの混合体が存在してよい。これら二種類の単原子炭素層は共に高い力学的・静的安定性もち、導電性をもつように作ることもできる。こうした特性ゆえに、これらの単原子炭素層を電子デバイスのパッケージに用いることが出来る。

【0010】

グラフェンは官能化も可能な特定の多環芳香族炭化水素である。ここでは黄色またはオレンジ色の固体であってもよい。グラフェンの基礎構造は、ほとんどの溶媒に不溶のヘキサペリヘキサベンゾコロネン(HBC)に基づく。この基礎構造は例えばアルキル鎖により置換可能で、置換後のグラフェンは溶媒中に可溶となる

40

【0011】

結晶の形でも溶液中でもグラフェンは柱状に配向され得る。その際芳香核は直接上下に重なり得る。柱状の配向は自己組織化と呼ばれ、溶液中で配向が生じる場合は、グラフェンの置換基、温度及び濃度に依存して形成される。溶液中の柱状配向により、例えば、-理想的な場合欠陥のない-良好に整列した複数の層を持ち、高い電荷キャリア移動性を持つ薄い複数の表面膜が生成され得る。

【0012】

柱状に配向されたグラフェンは、いわゆるedge-on配向で、例えば基板上に設けられて

50

いてもよい。その場合個々の柱は基板に平行に配置されている。あるいはグラフェンは、いわゆるface-on配向の柱状配向で、基板上に設けられてもよい。その場合個々の柱は基板に垂直に配置されている。これら二種類の配向は共にグラフェン層内部の高い配列性を特徴とする。

【0013】

グラフェンモノチューブも、つまり複数の単原子炭素層は、複数の単層としてまたは積層として電子デバイスに設けられていてよい。こうして複数の炭素層は、高い配列性をもち得る分離された複数の層あるいは上下に重なった複数の層として、電子デバイスのパッケージ中に存在し得る。

【0014】

特に積層して配設した場合には、パッケージに特に高い力学的・静的安定性をもたらす。パッケージは、ひっかき傷ができにくく電子デバイスの活性領域を環境影響に対して保護するいわゆる薄膜パッケージであってもよい。薄膜パッケージとは幾つかの上下に重なった層をもつ積層体のことである。十分な安定性を達成するため、従来はこのために厚い窒化物、酸化物またはエポキシの層が使用されてきた。パッケージの少なくとも一部の領域に単原子炭素層の単層または積層を用いることにより、パッケージの厚みを減らすことができるが、これは複数の単原子炭素層全体の厚みを薄くしても、従来材料に比べ高い安定性を示すからである。薄膜パッケージとして構成されるパッケージは、素子の分割を行う前に、電子デバイスの製造中に活性領域上に設けることができる。

【0015】

ここ及び以下で「上に/上の」により、直接上下に並ぶ配向と、上下に並ぶ要素間に別の要素が配置されることがあり得る要素相互の配向とを含めた配向を言う。

【0016】

電子デバイスは電気音響素子であってもよく、その場合活性領域は圧電層を含む。圧電層は例えばAlN(窒化アルミニウム)を含んでいてもよい。

【0017】

前記電子デバイスにて、第一及び第二電極は圧電層の一つの面、または相対する面に配設可能である。第一変形例は表面波素子、第二変形例は体積波素子である。

【0018】

電子デバイスにて、第一及び/または第二電極は、いくつかの上下に重なった層を含んでサンドイッチ構造となってもよい。典型的な材料は、Ti, Mo, TiとMoの混合物, Pt, Ru, W, Al, Cu及び、AlとCuの混合物を含む群から選択されている。

【0019】

例えば、Ti, Al/Cu, Wを有するサンドイッチ構造が形成されていてもよい。別の可能なサンドイッチ構造としては、Mo, Ti/Mo, Ruよりなる構成があげられる。この種のサンドイッチ構造は例えば体積波素子の電極を構成することができる。体積波素子では圧電層が基板上に、第一電極が基板と圧電層の間に、第二電極が圧電層の基板とは反対側の面に配設されている。ここでサンドイッチ構造は例えば素子の第一電極を形成し得る。

【0020】

サンドイッチ構造の別の例はAlまたはAl/Cu層である。この種の電極は例えば表面波素子の第一及び/または第二電極を構成することができる。表面波素子では第一、第二電極とも圧電層の一方の面に配設されている。

【0021】

表面波素子の両電極がいわゆる櫛形構造を有し、第一、第二電極の櫛形の指状部分が圧電基板上に交互に前後に並んでいてもよい。その場合第一電極と第二電極との間のそれぞれの領域にて電磁波が形成され得る。

【0022】

更に、別の実施形態によれば、電子デバイスは、活性領域上に配されたキャビティをも

10

20

30

40

50

つパッケージを有していてもよい。更に、キャビティ上に、キャビティにまたがる積層部が配設されていてもよい。

【0023】

こうして例えば構造は、第一電極、第一電極上の活性領域、活性領域上の第二電極、第二電極及び活性領域上のキャビティ、及び、キャビティ上のパッケージ積層部よりなるものであってもよい。あるいは、活性領域、活性領域上の第一及び第二電極、第一、第二電極及び活性領域上のキャビティ、キャビティ上のパッケージ積層部よりなるものとするこ

【0024】

積層部は複数の単原子炭素層を含む少なくとも一つの安定化層を有していてもよい。こ
10
ここで安定化層は積層部の内部に設けられていても、キャビティを完全に囲む層として設けられていても、積層部を外に向かって閉ざす層として設けられていてもよい。つまり安定化層は原則としてパッケージの任意の場所に設けられていてよい。キャビティを完全に囲むように設けられていてもよい。積層部の内部、例えば真ん中に設けられていてもよいし、積層部全体を、つまり上からと側方で囲む、積層部の最後の層として設けられていてもよい。これらのいずれの位置にあっても、複数の単原子炭素層はパッケージの安定性を高める。

【0025】

キャビティと積層部との間に更に第一安定化層が設けられていてもよい。積層部の少
20
なくとも一つの安定化層に加え、またはその代わりに、この第一安定化層が複数の単原子炭素層を有していてもよい。この第一安定化層はキャビティに直接またがる層として配設されていてもよく、随意に構造化されていてもよい。

【0026】

積層部の少なくとも一つの安定化層は更に高周波遮蔽性及び/または熱伝導性をもつよ
うに構成されていてもよい。高周波遮蔽性は、単原子炭素層の導電性によってもたらされ
得る。単原子炭素層は例えば銅よりも高い導電性を有する。こうしてグラフェンは例え
108 S/mの導電性を持ち得る。添加物、例えば金属によりグラフェンやナノチュー
ブの導電性を更に高め、高周波遮蔽性を特に高い信頼性をもって作り出すこともできる。

【0027】

熱伝導性も、グラフェン及び/またはナノチューブを含む安定化層中の添加物によつて
30
調整可能である。こうして例えば単原子炭素層は無機材料と結合されてもよい。例えば単
原子炭素層はフッ素で改質されて、例えばフルオログラフェンとされていてもよい。

【0028】

安定化層が導電性をもつべきでない場合、例えば酸素またはフッ素の添加により、絶縁
性をもつように安定化層が改質されていてもよい。

【0029】

パッケージの積層部の残りの層は従来の材料を含んでいてもよいが、従来に比べて薄い
層厚で構成されていてもよい。これは、パッケージに必要な安定性を複数の単原子炭素層に
よつて達成することができるからである。

【0030】

電子デバイスは表面波素子として、または体積波素子として、または微小電気機械素子
40
として構成されていてもよい。表面波素子はSAW素子(SAW:表面音響波)とも呼ば
れ得る。体積波素子はBAW素子(BAW:バルク音響波)とも呼ばれ得る。

【0031】

こうして例えばSAWまたはBAWフィルタ、共振器またはセンサや、電子デバイスを
備えた導波路や遅延線を提供することができる。更に、電子デバイスはいわゆるガイドバ
ルク音響波素子を構成し得る。フィルタから更にデュプレクサを構成することができ、別
な複雑なモジュールを構成することもできる。この種の電気音響素子は例えば移動無線に
使用できる。

【0032】

10

20

30

40

50

上述の実施形態に従って構成され、従って少なくとも一部の領域にグラフェン及び/またはナノチューブを含むパッケージは、引っ張りや押圧に対して高い抵抗力を持つ。これはグラフェンが例えば鋼鉄の200倍の安定性をもつからである。更にグラフェン及び/またはナノチューブは他の材料を加えることにより導電性をもつようにすることができ、パッケージのそうした材料を含む層が室温で純銀よりも高い導電性をもつようにすることができる。グラフェンは100W/(mK)の熱伝導性を持つため、パッケージ内部の排熱も保証されている。

【0033】

グラフェン及び/またはナノチューブは積層として上下に重ねて設けられても、こうした有利な特性を保つ。更に、こうした層は従来の半導体プロセスを用いて構造化可能である。こうしてグラフェン及び/またはナノチューブを含む安定化層は、パッケージの積層部の厚さを減らし、同時に安定性と熱伝導性を高めることができる。グラフェン及び/またはナノチューブは更に導電性により電子デバイスの高周波遮蔽性を高めることができる。こうしてより小さく、より安定性があり、より信頼性の高い電子デバイスが提供される。

10

【0034】

更に別な実施形態によれば、以下のステップ：A) 第一電極、第二電極及び活性領域を含む構造の上に仮設層を設ける、B) 開口を有する第一安定化層を仮設層上に設ける、C) 開口を通じて仮設層を除く、D) 第一安定化層上に積層部を設ける、を含む電子デバイスの製造方法が示される。

20

【0035】

こうして仮設層を設けることにより、活性領域上にキャビティを作り出すことができ、キャビティ上にキャビティにまたがる安定した積層部を設けることができる。

【0036】

ステップB)及び/またはD)にて、更に第一安定化層及び/または積層部が、化学蒸着、物理蒸着、溶液の塗布及び表面化学反応を含む群から選ばれた一つの方法を用いて設けられてもよい。こうして多様なプロセス工学を用いてパッケージを作り出し、活性層上に配することができる。キャビティのすぐ上、または積層部中、または積層部を閉ざす層として設けられる複数の単原子炭素層を含む層も、これらの方法のいずれかを用いて設けることができる。

30

【0037】

本発明を図面と実施例を用いてより詳細に説明する。

【図面の簡単な説明】

【0038】

【図1】電子デバイスの一実施形態の概略側面図である。

【図2a】電子デバイスの別な実施形態の概略側面図である。

【図2b】図2Aによる電子デバイスの概略上面図である。

【図3a】図1による電子デバイス上のパッケージの様々な実施形態の概略側面図である。

【図3b】図1による電子デバイス上のパッケージの様々な実施形態の概略側面図である。

40

【図3c】図1による電子デバイス上のパッケージの様々な実施形態の概略側面図である。

【図3d】図1による電子デバイス上のパッケージの様々な実施形態の概略側面図である。

【発明を実施するための形態】

【0039】

図1は体積波電気音響素子の概略側面図である。この素子は基板40、それぞれ二つずつの第一反射層51と第二反射層52、第一電極10、第二電極20及び圧電層30を含む。反射層はブラッグミラーを構成し、第一反射層51は高い音響インピーダンスを、第

50

二反射層は低い音響インピーダンスを有している。

【0040】

第一反射層51は例えばタンゲステンを、第二反射層52はSiO₂を含んでいてもよい。このように配設された反射層は縦波に対しても横波に対しても高い反射率をもつ。こうして、これらの波は圧電層中に戻されるように反射される。

【0041】

基板40は例えばSiまたはSiO₂を有していてもよい。本来の共振器は反射層上にあり、第一電極10、第二電極20及び圧電層30を含む。圧電層は例えばAlNを含んでいてもよく、両電極は、Ti, Mo, TiとMoの混合物, Pt, Ru, W, Al, Cu, AlとCuの混合物のような金属を有していてもよい。電極は上下に重なった幾つかの副層を含んでいてもよく、その場合各副層は、上に挙げたものから選ばれ得る異なる材料を含む。例えば電極はサンドイッチ構造Ti, Al/Cu, Wを有していてもよい。別の可能なサンドイッチ構造はMo, Ti/Mo, Ru構造を持つ。

10

【0042】

図1に示された構造上に、更に酸化皮膜の層が保護層として設けられていてもよい(ここでは図示せず)。

【0043】

図2aは表面波素子の概略側面図である。この素子は圧電層30、第一電極10及び第二電極20を含む。図2bにはこの種の素子の概略上面図が示されている。この図により、第一電極10と第二電極20とがそれぞれ楕円形構造を有しており、各楕円形は短い指状部分と長い指状部分とを交互に有していることがわかる。異なる楕円形の指状部分は、圧電層30の長手軸に沿って交互に並ぶように、圧電層上に配されている。このことは図2aの概略側面図でも見て取れる。こうして電極10, 20の個々の指状部分の間で電磁波が形成され、該電磁波は圧電層により力学的な波に変換可能で、逆もまた可能である。

20

【0044】

更に、図1及び2に概略的に示されているような素子をそれぞれ覆って、図3a乃至dに示されているように、キャビティを有するパッケージ100を設けることができる。

【0045】

図3a~3dに、典型的な例として、図1の構造上のパッケージ100の概略側面図を示す。パッケージ100はしかしながら図2の構造や電子デバイスの別の構造上にも同様に設けられ得る。

30

【0046】

見やすくするために図3a~3dでは、活性層、反射層、電極及び活性領域から成る構造の参照符号は示されていない。図3aは活性領域上のキャビティ60、キャビティの上の構造化された第一安定化層70、及び積層部80を示す。この実施形態では、第一安定化層70は、単原子炭素層、つまりグラフェン及び/またはナノチューブから形成されている。こうした第一安定化層は高い力学的安定性を持つため、キャビティ60に安定してまたがり、同時に積層部80を支えることができる。

【0047】

第一安定化層70を構造化することによりパッケージ100にキャビティ60を作り出すことができる。キャビティ50を作り出すために例えば活性層30または第二電極20上に仮設層(ここでは図示されていない)が蒸着され構造化されてもよい。この仮設層は例えばフォトレジストで出来ていてもよい。第一安定化層70はこの仮設層の上に設けられ構造化され、第一安定化層70には開口ができる。仮設層だけを第一安定化層70の開口を通じて除くことができる。こうしてキャビティが形成される。仮設層として例えば酸化物または窒化物を用いることができる。キャビティを閉ざすために、積層部80を成す別な安定化層が第一安定化層70上に設けられる。

40

【0048】

この積層部80は更なる安定をもたらし、活性領域30を湿気に対してシールする。ここで積層部80を成す層のうち少なくとも幾つかは導電性も持ち、従って高周波を遮蔽

50

するように出来ていてもよい。積層部 80 を成す層は、印刷法により施されるエポキシ材料を有していてもよく、導電性を持たせる場合は金属で出来ていてもよい。

【0049】

図 3 b によるパッケージ 100 も類似した仕方で製造可能である。ここでは典型的な例として、第一安定化層 70 上に設けられた、積層部 80 に属する安定化層 81 が示されている。層 81 はグラフェン及びまたはナノチューブを含み、第一安定化層 70 を安定化し、同時に積層部 80 を支える。層 81 のもう一つ別な機能は、キャビティを積層部 80 に対してシールすることである。

【0050】

図 3 c によるパッケージ 100 も上記の方法と類似した仕方で製造可能である。ここでは典型的な例として、グラフェン及びまたはナノチューブを含み、積層部 80 の内部にある層 82 が示されている。この種の層は積層部 80 内の安定性を高める。

10

【0051】

図 3 d によるパッケージ 100 も上で説明したような方法を用いて製造可能である。ここでは典型的な例として、積層部 80 を上から及び側縁から大気に対してシールする安定化層 83 が示されている。安定化層はこの実施形態にてグラフェン及びまたはナノチューブを含んでいる。

【0052】

グラフェン及び/またはナノチューブを含む安定化層 70, 81, 82 及び 83 を幾つか組み合わせて持つパッケージ 100 も考えられる(図示せず)。

20

【0053】

安定化層 81 及び 83 は、安定化機能に加え、高周波遮蔽機能及び熱伝導機能をも持つことができる。こうして、高い信頼性を有し、高圧、多湿、高温に対して安定したパッケージが提供される。電子デバイスを更に加工する間、例えばモジュールをフリップチップ実装に際して 10 バール以上の圧力が生じても、活性領域が高い温度及び処理圧力にさらされないようにしなければならない。これも、上述の実施形態による安定したパッケージ 100 によって可能である。

【0054】

本発明は実施例に基づく説明によって限定されてはいない。さらに、本発明は、特に請求項に記載の特徴の組み合わせそれぞれが含むいずれの新規な特徴、及びそうした特徴のいずれの組み合わせをも、たとえそうした特徴や組み合わせがそれ自体として明示的に請求項または実施例に示されていなくとも、含む。

30

【符号の説明】

【0055】

- 10 第一電極
- 20 第二電極
- 30 圧電層
- 40 基板
- 51 第一反射層
- 52 第二反射層
- 60 キャビティ
- 70 第一安定化層
- 80 積層部
- 81 安定化層
- 82 安定化層
- 83 安定化層
- 100 パッケージ

40

【 図 1 】

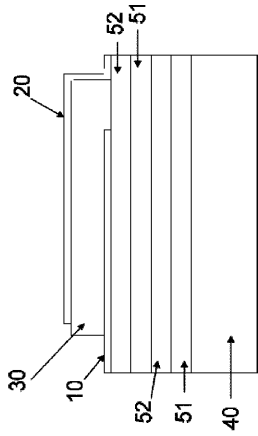


Fig. 1

【 図 2 a 】

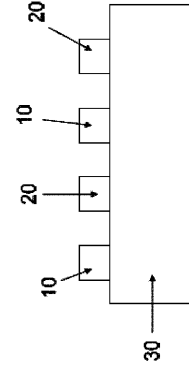


Fig. 2a

【 図 2 b 】

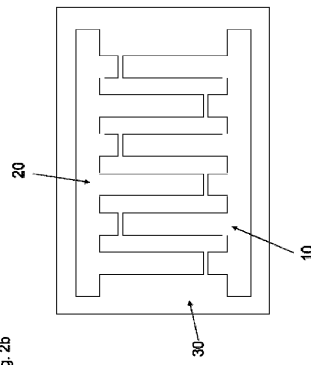


Fig. 2b

【 図 3 a 】

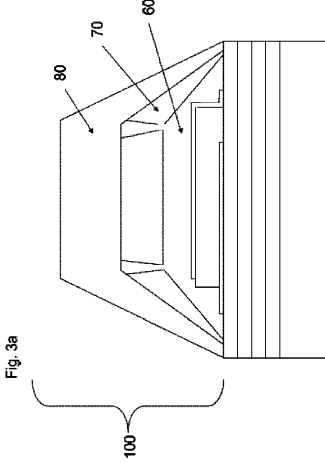


Fig. 3a

【 図 3 b 】

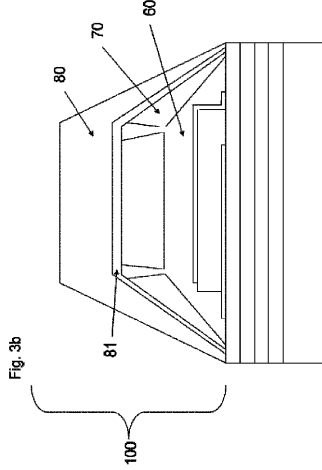
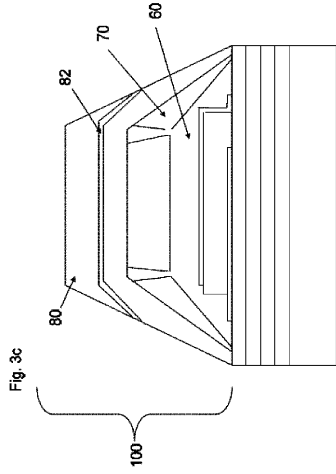
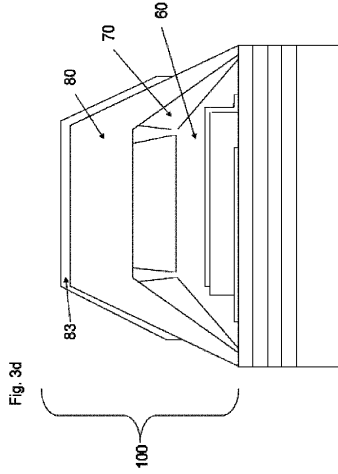


Fig. 3b

【 3 c 】



【 3 d 】



フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 0 1 L 23/06 (2006.01) H 0 1 L 23/06 Z

審査官 橋本 和志

(56)参考文献 特表2010-511267(JP,A)
特開2010-141939(JP,A)
特開2007-325013(JP,A)
特開2002-290199(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 0 3 H 9 / 2 5
H 0 1 L 2 3 / 0 6
H 0 3 H 3 / 0 2
H 0 3 H 3 / 0 8
H 0 3 H 9 / 0 2
H 0 3 H 9 / 1 7