

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第5543455号
(P5543455)

(45) 発行日 平成26年7月9日(2014.7.9)

(24) 登録日 平成26年5月16日(2014.5.16)

(51) Int.Cl.

F 1

HO1L 51/42	(2006.01)	HO1L 31/04	D
HO1L 51/50	(2006.01)	HO5B 33/14	A
HO5B 33/04	(2006.01)	HO5B 33/04	
HO5B 33/26	(2006.01)	HO5B 33/26	Z
HO5B 33/06	(2006.01)	HO5B 33/06	

請求項の数 20 (全 17 頁) 最終頁に続く

(21) 出願番号	特願2011-519208 (P2011-519208)
(86) (22) 出願日	平成21年7月22日 (2009.7.22)
(65) 公表番号	特表2011-529264 (P2011-529264A)
(43) 公表日	平成23年12月1日 (2011.12.1)
(86) 國際出願番号	PCT/FR2009/000911
(87) 國際公開番号	W02010/010254
(87) 國際公開日	平成22年1月28日 (2010.1.28)
審査請求日	平成24年6月25日 (2012.6.25)
(31) 優先権主張番号	0855122
(32) 優先日	平成20年7月25日 (2008.7.25)
(33) 優先権主張国	フランス (FR)

(73) 特許権者	501089863 サントル ナシオナル ドゥ ラ ルシェ ルシェサイアンティフィク (セエヌエール エス) フランス国, エフー 75016 パリ, リ ュ ミッシェル アンジュ 3
(74) 代理人	100099759 弁理士 青木 篤
(74) 代理人	100092624 弁理士 鶴田 準一
(74) 代理人	100108383 弁理士 下道 晶久
(74) 代理人	100141162 弁理士 森 啓

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】統合カプセル封止された電子素子

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項 1】

基板と、第1電極と第2電極との間に挿入された活性層と、を有し、該第1電極は該基板上に配置される電子素子であつて、

- 前記活性層は、前記第1電極を被覆することによって前記第2電極から前記第1電極を絶縁するエンベロープを形成し、

- 前記第2電極は、前記活性層を被覆することによって前記基板と共に前記第1電極および前記活性層で形成されたアセンブリの周囲に保護カプセルを形成し、

前記第1電極は、前記活性層および前記第2電極を通して実現された貫通路を介して前記保護カプセルから出てくる電荷ルーティングフィンガを有し、

前記活性層は、前記電荷ルーティングフィンガを被覆し前記第2電極で形成されたカプセルから出てくる突出部を有する、電子素子。

【請求項 2】

前記第2電極は、外気中の前記突出部の終端が被覆されないように前記基板の下部を除いて前記基板および前記活性層をすべて被覆する、請求項1に記載の電子素子。

【請求項 3】

前記活性層の表面は、前記第1電極より大きい、請求項1または2に記載の電子素子。

【請求項 4】

前記第1電極は、前記保護カプセル中に挿入された縦断面が略長方形である活性部を有する、請求項1～3のいずれか1項に記載の電子素子。

10

20

【請求項 5】

前記電荷ルーティングフィンガの縦断面は、略長方形である、請求項 1 ~ 4 のいずれか 1 項に記載の電子素子。

【請求項 6】

前記第 1 電極は、縦断面が略三角形であり、該三角形の頂点の 1 つの近傍に配置された該三角形の一部で構成される前記電荷ルーティングフィンガを有する、請求項 1 ~ 5 のいずれか 1 項に記載の電子素子。

【請求項 7】

前記基板は、可視波長に対して透明である、請求項 1 ~ 6 のいずれか 1 項に記載の電子素子。

10

【請求項 8】

前記第 1 電極は、透明導電性酸化物である、請求項 1 ~ 7 のいずれか 1 項に記載の電子素子。

【請求項 9】

前記基板は、クロムおよび金の金属被覆前処理によって少なくとも部分的に被覆される、請求項 1 ~ 8 のいずれか 1 項に記載の電子素子。

【請求項 10】

前記電荷ルーティングフィンガは、クロムおよび金を有する、請求項 1 ~ 9 のいずれか 1 項に記載の電子素子。

【請求項 11】

前記第 1 電極は、ITO / 金属 / ITO の多層膜を有する、請求項 1 ~ 10 のいずれか 1 項に記載の電子素子。

20

【請求項 12】

有機電界発光ダイオードであって、

前記活性層は、電界発光特性、または、正孔もしくは電子の導体または正孔もしくは電子の不導体を有する機能、を示す共役高分子マトリックスに挿入されたオリゴマ型共役分子有機材料、有機金属錯体、共役高分子およびレアアース有機金属錯体のグループから選択された 1 つまたは複数の要素を有する有機半導体である、請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の電子素子。

【請求項 13】

有機太陽電池セルであって、

30

前記活性層は、

一方が、小分子構造もしくはオリゴマ構造、または、分子材料構造の電子受容体である他方に関する共役高分子構造、のいずれかの構造の電子供与体である、共役有機材料対で構成される有機半導体である、請求項 1 ~ 11 のいずれか 1 項に記載の電子素子。

【請求項 14】

前記第 2 電極は、1 つまたは複数の金属を有し、該金属のうちの 1 つがアルミニウムである、請求項 1 ~ 13 のいずれか 1 項に記載の電子素子。

【請求項 15】

前記第 2 電極および前記活性層を被覆する少なくとも 1 つの気密の保護層をさらに有する、請求項 1 ~ 14 のいずれか 1 項に記載の電子素子。

40

【請求項 16】

有機太陽電池セルまたは有機電界発光ダイオードを構成する、請求項 1 ~ 15 のいずれか 1 項に記載の電子素子。

【請求項 17】

基板と、第 1 電極と第 2 電極との間に挿入された活性層と、を有し、該第 1 電極は該基板上に配置される電子素子を製造する方法であって、

- 前記基板上で前記第 1 電極を作成するステップと、
- 前記第 1 電極上で前記活性層を作成するステップと、
- 前記第 1 電極および前記活性層によって形成されたアセンブリが前記第 2 電極と前記基

50

板との間でカプセル封止されるように、前記第2電極を配置するステップと、を有し、
前記第1電極は、前記活性層および前記第2電極を通して実現された貫通路を介して保護カプセルから出てくる電荷ルーティングフィンガを有し、

前記活性層は、前記電荷ルーティングフィンガを被覆し前記第2電極で形成されたカプセルから出てくる突出部を有する、電子素子を製造する方法。

【請求項18】

前記第1電極を作成するステップは、前記第1電極のエッチング、または、マスクを介した前記第1電極の真空蒸着によって実行される、請求項17に記載の電子素子を製造する方法。

【請求項19】

前記活性層を作成するステップは、
マスクを介した真空スパッタリングと、
遠心分離後のエッチングステップと、
シルクスクリーン印刷、フレキソ印刷またはインクジェット直接印刷と、のグループから選択された手法で実行される、請求項17または18に記載の電子素子を製造する方法。
。

【請求項20】

前記第1電極を配置するステップの前に、前記基板の金属被覆前処理を行うステップをさらに有する、請求項17～19のいずれか1項に記載の電子素子を製造する方法。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、素子中の統合された活性層をカプセル封止する手段を有する電子素子に関する。電子素子は、薄層の有機物のもの、または、その活性層が空気に対する安定性に問題のある他の任意の材料で構成されたもの、であることが好ましい。また、本発明は、この素子を製造することができる方法に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、有機電子素子は、製造に関するコスト、出力および柔軟性において非常に多くの利点をもたらすため、益々広範囲で使用されている。有機電子素子には、有機LEDおよび有機太陽電池セルなどがある。

【0003】

米国特許第5629389号明細書には、基板と、この基板に接した下側の電極と上側の電極との間に挿入され、これらの電極によって活性層を介して電流が流れたとき、電極の少なくとも1つを介して放射線を放つことができる電界発光有機層と、を有する有機電界発光ダイオードについて記載されている。しかしながら、二原子酸素または水蒸気などの空気中に存在する要素が有機層中に散逸すると、活性層が劣化しダイオードの耐用年数が制限されてしまう。

【0004】

この問題に対処するため、有機電子素子をカプセル封止するシステムが開発された。なお、米国特許第5872355号明細書には、電界発光ダイオードの周囲に配置され、空気中に存在する二原子酸素、水蒸気または他の要素による活性層への侵蝕を低減できるサラン型高分子バリアシールの利用について記載されている。しかしながら、有機ダイオードの十分な耐用年数を保証するのに必要な水蒸気透過率は、約 $10^{-6} \text{ g m}^{-2} \text{ day}^{-1} \text{ atm}^{-1}$ に等しい。現在、最良の高分子フィルムの水蒸気透過率は、この率の約5倍である。したがって、これらのカプセル封止システムは、有機素子の耐用年数を十分に保証できるほど満足できるものでない。

【0005】

したがって、他のカプセル封止システムが開発されている。「Solar Energy Materials & Solar Cells (太陽エネルギー材料および太陽電池セル) 91 (2007) 379-384」で出版さ

10

20

30

40

50

れ、Christoph Lungenschmied、Gilles Dennler、Helmut Neugebauer、Serdar N. Sarici ftci、Markus Glatthaar、Toby MeyerおよびAndreas Meyerが発表した「Flexible, long-lived, large-area, organic solar cells(柔軟で寿命が長く面積が大きい有機太陽電池セル)」という題の記事には、有機ダイオードをカプセル封止して環境攻撃から有機ダイオードを保護するP E T / (S i O_x / P E N) * 5で構成された有機 / 無機多層膜について記載されている。しかしながら、多層化によって、ダイオードの柔軟性は低減し、素子の製造コストは増大する。

【 0 0 0 6 】

また、有機太陽電池セルなどの他の有機電子素子の場合、この保護は十分ではない。

【 発明の概要 】

10

【 発明が解決しようとする課題 】

【 0 0 0 7 】

本発明は、上側の電極によって活性層を基板までコーティングする活性層のカプセル封止によって、最新技術の欠点に対処することを目的とする。この場合、2つの電極のうちの1つによる活性層の保護は、基板に直接統合される。

【 課題を解決するための手段 】

【 0 0 0 8 】

より詳細には、本発明は、第1の形態によれば、基板と、第1電極と第2電極との間に挿入された活性層と、を有し、第1電極は基板上に配置される電子素子であって、

- 活性層は、第1電極を被覆することによって第2電極から第1電極を絶縁するエンベロープを形成し、

- 第2電極は、活性層を被覆することによって基板と共に第1電極および活性層で形成されたアセンブリの周囲に保護カプセルを形成する、電子素子に関する。

【 0 0 0 9 】

第1電極は、活性層および第2電極を通して実現された貫通路を介して保護カプセルから出てくる電荷ルーティングフィンガを有することが好ましい。

【 0 0 1 0 】

活性層は、電荷ルーティングフィンガを被覆し第2電極で形成されたカプセルから出てくる突出部を有することが好ましい。

【 0 0 1 1 】

30

活性層は、有機半導体であり、この有機半導体は、電流が流れたとき2つの電極のうちの少なくとも1つを介して放射線を放射するか、または、放射線が通ったとき電流を発生する、という傾向があることが好ましい。前者の場合、電子素子は電界発光ダイオードであり、後者の場合、素子は有機太陽電池セルである。両方の場合において、有機電子素子は柔軟でもよい。

【 0 0 1 2 】

基板は、可視光線に対して透明な平面プレート、例えば、ガラスまたはプラスチックで作られたプレートでもよい。

【 0 0 1 3 】

第1電極は、アノードであること、すなわち、太陽電池セル（もしくは電界発光ダイオード）の場合、正電荷を収集する（もしくは注入する）ことが好ましく、デバイスによって吸収された（もしくは放射された）波長に対して透明であることが好ましい。また、放射線を吸収する（もしくは放射する）活性層は、光生成された（もしくは注入された）電荷を輸送しなければならない。第2電極は、負電荷を収集する（もしくは注入する）カソードである。また、いずれのデバイスの場合においても、この第2電極は、デバイスによって注入された（もしくは放射された）放射線に対する光学ミラーとして使用される。したがって、吸収有機層（太陽電池セル）を介した光路を増大させたり、カソード方向の半空間における（活性層によって等方的に放射される）光の一部を回収したりすることができる。

【 0 0 1 4 】

40

50

本発明による電子素子において、第2電極は、活性層をカプセル封止して外気に接する活性層の表面を制限することができる。実際には、活性層は、第1電極に接して配置された下面と、第2電極によって被覆された上面と、第2電極によって被覆された側壁と、を有する。活性層の下面是、第1電極と基板によって保護されて、活性層の上面は、第2電極によって保護される。また、第2電極は、活性層の側壁を被覆することによって、空気が側壁を介して活性層に入るのを防止する。その結果、第2電極は、活性層の上面および側壁を被覆するので、基板と共に空気が活性層へ侵入するのを抑制する保護カプセルを形成することができる。

【0015】

また、2つの電極の間で短絡が発生する危険を回避するため、活性層を第1電極と第2電極との間のすべてに挿入する。すなわち、この素子では、2つの電極間で活性層が存在せずに第1電極が第2電極に面している場所はない。したがって、第1電極は、基板に接する下面と、活性層によって被覆された上面および側壁を有する。その結果、第1電極は、活性層および基板によって囲まれる。一方、第1電極および活性層で形成されたアセンブリは、第2電極および基板によってカプセル封止される。したがって、活性層の表面を第1電極より大きくして、活性層が第1電極を被覆することができるようとする。

【0016】

また、電極を電気回路に接続することができるようするため、活性層によって被覆された第1電極と保護カプセルの外側との間を連結する必要がある。このため、第1電極は、活性層および第2電極を通して提供された貫通路を介して保護カプセルから出てくる電荷ルーティングフィンガを有する。

【0017】

電荷ルーティングフィンガは、カプセルの外側に位置する自由端を有するのが有利である。また、電荷ルーティングフィンガは、外気中の終端を除いて活性層によって被覆されるのが有利である。これによって、第1電極の周囲に保護カプセルおよび活性層が存在するにもかかわらず、第1電極の自由端を、第1電極からまたは第1電極へ電荷を送ることができる電気回路に接続することができる。

【0018】

活性層は、電荷ルーティングフィンガを被覆し第2電極によって形成されたカプセルから出てくる突出部を有することが好ましい。

【0019】

実際には、突出部は、活性層の付属物であり、保護カプセル中の貫通路を介して出てきて、電荷ルーティングフィンガの上面および側壁を被覆する。逆に、突出部は、電荷ルーティングフィンガの終端を被覆しないので、電荷ルーティングフィンガと電気回路との間を連結することができる。電荷ルーティングフィンガ上に活性層の突出部が存在することによって、ルーティングフィンガと第2電極との間ににおいて、より詳細には貫通路の領域において、短絡が発生する危険を回避することができる。

【0020】

この場合、本発明による電子素子では、活性層は、第1電極のルーティングフィンガを被覆する活性層の突出部を除いて、第2電極によってすべて保護される。この構成によって、外気に直接接する活性層の表面をできるだけ制限すると同時に、素子における短絡の危険を回避することができる。したがって、この活性層を保護するシステムによって、追加保護層を追加せずに、よって素子の製造中に追加製造ステップを追加せずに、すなわち、追加材料を追加せずに、活性層が外気に接するのを制限することができる。

【0021】

以下において、略記「ITO」は、錫でドーピングされたインジウム酸化物（もしくは、「インジウム錫酸化物」）を意味し、「縦」という形容詞は、基板の上面に平行な面を意味する。

【0022】

本発明の様々な実施形態によれば、以下の通りである。

10

20

30

40

50

- 第2電極は、電荷ルーティングフィンガを被覆する突出部を除いて、基板および活性層をすべて被覆する。
- 活性層の表面は、第1電極より大きくすることによって、短絡の危険を回避する。
- 第1電極は、保護カプセル中に挿入された縦断面が略長方形である活性部を有する。
- 電荷ルーティングフィンガの縦断面は、略長方形である。
- 第1電極は、縦断面が略三角形であり、この三角形の頂点の1つの近傍に配置された三角形の一部で構成される電荷ルーティングフィンガを有する。この構成によって、電子素子の直列抵抗を低減することができる。
- 基板は、可視波長に対して透明である。
- 第1電極は、透明導電性酸化物である。

10

- 基板は、クロムおよび金の金属被覆前処理によって少なくとも部分的に被覆される。この金属被覆前処理によって、電子素子の直列抵抗を低減することができる。

- 電荷ルーティングフィンガは、クロムおよび金を有する。この場合において、第1電極は、ほとんどの場合ITOである透明導電性酸化物で提供される活性部と、クロムおよび金を有する電荷ルーティングフィンガと、を有する。このクロムおよび金の金属被覆の導電率が高いので、電荷ルーティングフィンガのサイズが小さいため生じる散逸性損失を最小にすることができます。

- 第1電極は、ITO／金属／ITOの多層膜を有する。したがって、電荷ルーティングフィンガのサイズが小さいため生じる散逸性損失を最小にすることができます。

20

- 電子素子が有機電界発光ダイオードの場合、活性層は、電界発光特性、または、正孔もしくは電子の導体または正孔もしくは電子の不導体などの機能、を示す共役高分子マトリックスに挿入されたオリゴマ型共役分子有機材料、有機金属錯体、共役高分子またはレアアース有機金属錯体のグループから選択された1つまたは複数の要素で形成されるのが好ましい有機半導体である。

- 電子素子が有機太陽電池セルの場合、活性層は、一方が、小分子構造もしくはオリゴマ構造、または、共役分子材料構造の電子受容体である他方に関する高分子構造、のいずれかの構造の電子供与体である、共役有機材料対のグループから選択された1つまたは複数の要素で構成されるのが好ましい有機半導体である。この一対の材料は、順に配置される、すなわち電子供与体が蒸着されてから鉄の受容体が蒸着されるか、または、両方が一緒に混ぜられる場合は同時に蒸着される。

30

- 第2電極は、1つまたは複数の金属を有し、この金属のうちの1つがアルミニウムであることが好ましい。

- 電子素子は、第2電極および活性層を被覆する少なくとも1つの気密の保護層をさらに有する。実際に、この第2電極によって活性層を保護するシステムは、勿論、既に周知の保護システムと組み合わせることができる。したがって、より詳細には、取得された電子素子は、例えば、欧州特許第0777280号明細書などで既に周知のものと同様の保護多層膜によって被覆されてもよい。この場合、追加される保護層は、電子素子を完全に被覆する。したがって、この追加保護層は、第2電極、活性層および活性層の突出部を被覆する。このため、本発明による素子の保護システムは、従来技術の保護システムと結び付くことによって、有機素子の耐用年数をかなり長くすることができる。

40

- この電子素子は、有機太陽電池セルまたは有機電界発光ダイオードを構成する。

【0023】

この実施形態は、第1電極の縦断面が略三角形であり、この三角形の頂点の1つの近傍に配置されたこの三角形の一部で構成される電荷ルーティングフィンガを有する点が特に有利である。実際に、電荷ルーティングフィンガが存在することによって必然的に生じる弱点の1つは、素子の直列抵抗が増大することである。この直列抵抗の増大による形状係数の損失は、従来技術の素子では0.53に達し、本発明による縦断面が略長方形である素子では0.43にすぎない。逆に、本発明による縦断面が略三角形である第1電極を有する素子では、形状係数は、電荷ルーティングフィンガを有しない従来技術の素子より高く良好である。

50

【0024】

本実施形態によって、さらに、素子の直列抵抗が低減されるので、局所抵抗による散逸性損失を低減し、素子の出力を増大させることができる。

【0025】

本実施形態では、第1電極の縦断面は、略長方形であり、電荷ルーティングフィンガは、三角形の頂点の1つの近傍に配置された三角形の一部で構成されるので、その結果、電荷は、三角形の頂点の1つで収集される。

【0026】

幾何形状が三角形である本実施形態は、電子素子が透明導電性酸化物を有する場合に特によく適応する。より詳細には、この幾何形状は、活性層が「PVD」すなわちプラズマ蒸着によるCuPc-C60で構成される小有機分子ベースの太陽電池セルに特に適している。また、この幾何形状は、活性層がP3HT-PeCBMによるスピンドルティングで製造される電子素子によく適している。透明導電性酸化物の薄層を有する任意のタイプの太陽電池セルは、幾何形状を三角形にすることができる。

10

【0027】

本発明は、第2の形態によれば、基板と、第1電極と第2電極との間に挿入された活性層と、を有し、第1電極は基板上に配置される電子素子を製造する方法であって、第1電極および活性層によって形成されたアセンブリが第2電極と基板との間でカプセル封止されるように、第2電極を配置するステップ、を有する、電子素子を製造する方法の一実施形態に関する。

20

【0028】

この方法は、基板上で第1電極を作成するステップと、第1電極上で活性層を作成するステップと、をさらに有するのが有利である。

【0029】

本発明の様々な実施形態によれば、以下の通りである。

- 第1電極を作成するステップは、第1電極のエッティング、または、マスクを介した第1電極の真空蒸着によって実行される。

- 活性層を作成するステップは、以下の手法の1つで実行される。

- 活性層が分子有機化合物である場合、活性層を作成するステップは、マスクを介した真空スパッタリングによって実行される。

30

- 活性層が高分子または高分子および有機分子の混合物である場合、活性層を作成するステップは、遠心分離後のエッティングステップによって実行される。

- 活性層がインクである場合、活性層を作成するステップは、シルクスクリーン印刷、フレキソ印刷またはインクジェット直接印刷によって実行される。

- この方法は、第1電極を配置するステップの前に、基板の金属被覆前処理を行うステップをさらに有する。

【図面の簡単な説明】**【0030】**

【図1】本発明の一実施例による有機太陽電池セルの断面図である。

40

【図2】本発明の他の実施例による有機太陽電池セルの断面図である。

【図3】図1の太陽電池セルの製造法における各ステップでの太陽電池セルの上面図である。

【図4】図1の太陽電池セルの製造法における各ステップでの太陽電池セルの上面図である。

【図5】図1の太陽電池セルの製造法における各ステップでの太陽電池セルの上面図である。

【図6】本発明の他の実施例による有機太陽電池セルの上面図である。

【図7】本発明の他の実施例による太陽電池セルのアノードの上面図である。

【図8a】一実施例によるアノードの縦断面が二等辺三角形である有機太陽電池セルの上面図である。

50

【図 8 b】一実施例によるアノードの縦断面が直角三角形である有機太陽電池セルの上面図である。

【図 8 c】一実施例によるアノードの縦断面が正方形である有機太陽電池セルの上面図である。

【図 9】図 8 a の太陽電池セルのアノードにおける電流密度を示す図である。

【図 10】図 8 a、図 8 b および図 8 c の太陽電池セルにおける電流密度対電圧を示す曲線を示す図である。

【図 11】P 3 H T - P C B M で作られた活性層を有する太陽電池セルにおける電流密度対電圧を示す図である。

【図 12】本発明の一実施例による複数の太陽電池セルの有利な配置を示す図である。 10

【図 13 a】本発明の一実施例による、3つの接点が順次選択される太陽電池セルのアノードを示す図である。

【図 13 b】選択された接点のそれぞれに関して、図 13 a の太陽電池セルにおける電流密度対電圧を示す図である。

【発明を実施するための形態】

【0031】

添付された図面を参照しながら以下の説明を読むことによって、本発明の他の特徴および利点が明らかになるであろう。

【0032】

より明確にするため、全図面における同一または同様の要素には、同一の参照記号が付けられている。 20

【0033】

図 1 は、本発明の一実施例による有機太陽電池セルを示す。この太陽電池セルは、透明で柔軟なプラスチックで作られた基板 1 と、透明酸化物で作られたアノード 2 を構成する第 1 電極と、有機半導体で作られた活性層 3 と、アルミニウムで作られたカソード 4 を構成する第 2 電極と、を有する。

【0034】

この有機太陽電池セルは、以下のように動作する。光は、アノードを透過してから活性層に吸収される。吸収された光子は、分離され、電極の方向に送られる電子 / 正孔対を作り出す。 30

【0035】

図 3 ~ 図 5 は、太陽電池セルの製造ステップを示す。

【0036】

図 3 に示す第 1 ステップでは、基板上でアノードを作成する。このアノードは、長方形の活性部 20 と、活性部 20 から電気回路の方向に電荷を抽出することができる電荷ルーティングフィンガ 21 と、を有する。アノードの厚みは、約 100nm である。

【0037】

アノードは、ITO (インジウム錫酸化物) で作られる。このアノードを基板上に蒸着してからエッチングによってアノードを所望の形状にしてもよいし、または、マスクを介したマグネトロンスパッタリングまたはイオンスパッタリングによる真空蒸着によってアノードの形状を再現してもよい。構成部 1 は、太陽電池セルの活性層の境界を定める。 40

【0038】

図 4 に示す第 2 ステップでは、アノード 2 上で活性層 3 を作成する。活性層 3 は、ルーティングフィンガ 21 の自由端 22 を除いてアノードを完全に被覆する。この結果、活性層は、アノードの上面 23 および側壁 24 を完全に被覆する。したがって、図 4 に示すように、活性層は、アノード 2 上に絶縁エンベロープ 3 を形成する。

【0039】

有機活性層は、有機分子活性層の場合、層の幾何形状の境界を定める小ステンシルマスクを介した真空昇華によって作成される。活性層が湿った状態で作成される場合、後で所望の幾何形状を得るためにエッチングを行うステップが必要になる。この層の構成部 30

10

20

30

40

50

の表面は、装置のアノードとカソードとの間で短絡が発生する危険を回避するため、透明導電性酸化物の構成部 2 0 より大きくなければならない。同じ理由により、有機層 3 は、後続の金属被覆の縁部を越えて電荷ルーティングフィンガ 2 1 を端部 2 2 を除いて被覆する突出部 3 1 を有する必要がある。活性層が湿った状態で作成される場合、活性層の幾何形状を直接書いて得るインクジェット技術の場合を除いて、後で所望の幾何形状を得るためにエッチングを行うステップが必要である。

【 0 0 4 0 】

図 5 に示す 3 番目のステップでは、カソード 4 を作成する。カソードは、突出部 3 1 の終端が被覆されないように下部 1 1 を除いて基板 1 0 全体を被覆することによって、アノードとカソードとの間で短絡が発生する危険を回避する。したがって、アノード / 活性層アセンブリは、ルーティングフィンガ 2 1 および突出部 3 1 の終端を除いて、カソードと基板との間で完全にカプセル封止される。これによって、酸素および水蒸気の活性層中への拡散を制限することができる。実際に、活性層へのアクセスは、カソードによってブロックされる。カソードによって保護されない活性層の唯一の場所は、突出部 3 1 である。この突出部 3 1 は、活性層の表面全体に対して非常に小さな表面に相当するので、活性層の表面の大部分は、カソードによって保護される。また、この場合、カプセル封止の多層膜を素子全体に蒸着することができる。これらの多層膜によって、活性層がカソードで被覆されている場所の活性層の保護を補強することができ、突出部 3 1 を保護することができる。

【 0 0 4 1 】

図 2、図 6 および図 7 は、この解決方法を改良したものを示す。実際に、この解決方法の弱点は、電荷ルーティングフィンガ 2 1 のサイズが小さいので太陽電池セルの直列抵抗をかなり増大させてしまうことである。3 つの実施形態によって、電荷ルーティングフィンガ 2 1 のサイズが小さいことによる弱点の埋め合わせをすると同時に、電荷ルーティングフィンガの表面面積を最小にし、これによって、空気に露出する突出部 3 1 の表面を最小にすることができます。

【 0 0 4 2 】

図 7 に示す第 1 の実施形態では、クロム + 金の混合物の中で金属被覆前処理 (premetal lization) を実行する。これによって、電荷ルーティングフィンガ 2 1 と、電荷ルーティングフィンガとアノード 2 0 の活性部との間を連結することができる一時構成部 2 5 と、を構成する。金属被覆前処理の導電率が高いと、ルーティングフィンガ 2 1 のサイズが小さいため生じる散逸性を最小にすることができます。それから、透明導電性酸化物によるアノードの作成は、活性部 2 0 の作成でまとめることができ、クロム + 金の金属被覆に続いて作成される。

【 0 0 4 3 】

図 2 は、他の実施形態は示す。この実施形態では、伝導率が非常に高い透明導電性酸化物でアノードを提供する。したがって、図 2 に示すように、アノードは、3 つの層 2 a、2 b および 2 c で構成することができる。第 1 の層 2 a は、ITO で作られ、第 2 の層 2 b は、金属で作られ、この金属は、金、金属または銀であり、第 3 の層 2 c は、ITO で作られる。ITO 層 2 a および 2 c の厚みは、30 ~ 50 nm (ナノメートル) のオーダであり、金属層 2 b の厚みは、10 nm のオーダである。これらの層は、スクリーンタイプの同じマスクを用いて同じ蒸着台でスプレーすることによって、作成することができる。アノード 2 の伝導率は、非常に高いので、電荷ルーティングフィンガ 2 1 のサイズが小さいにもかかわらず、太陽電池セルの直列抵抗を低減することができる。

【 0 0 4 4 】

また、活性層は、必ずしもアノード全体を被覆しない複数の層 3 a、3 b および 3 c で構成することができる。逆に、これらの層の少なくとも 1 つ (ここでは、層 3 c) は、完全にアノードを囲む。また、複数の層 4 a および 4 b でカソードを構成することができる。これらの層の中の少なくとも 1 つは、附属物 3 1 を除いて活性層をすべてカプセル封止する。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 5 】

図6は、第3の実施形態を示す。この実施形態では、形状が三角形のアノード2を作成する。この場合、活性部20は、電荷ルーティングフィンガ21を形成する頂点の1つの近傍に位置付けられた表面を除く三角形の表面の大部分で構成される。アノード2の形状によって、太陽電池セルの直列抵抗を低減することができる。活性層3は、アノード2の形状と一致しており、電荷ルーティングフィンガの終端22を除いてアノード2をすべて被覆する。カソードは、附属物31を除いて活性層をすべてカプセル封止することによって短絡を回避できさえすれば、いかなる形状でもよい。

【 0 0 4 6 】

図6に示す本実施例では、電荷ルーティングフィンガは、アノードによって形成された三角形の頂点の1つに位置付けられる。正電荷は、三角形の側辺の1つではなく、三角形の頂点の1つで収集することが好ましい。これによって、外気に露出する附属物31の表面面積を制限する重要な利点をもたらす。実際に、三角形の頂点の1つに位置付けられた電荷ルーティングフィンガの構成部分を被覆するのに必要な附属物31の表面面積は、三角形の側辺の1つに位置付けられた電荷ルーティングフィンガの構成部分を被覆するのに必要な表面面積より非常に小さい。

10

【 0 0 4 7 】

さらに、図13aおよび図13bは、三角形の頂点の1つで正電荷を収集することができることを示す。実際には、図13aは、ITOで作られた太陽電池セルのアノード2を示す。明確にするため、アノード2のみを示す。このアノード2の形状は直角三角形である。このアノードは、図13aに図示されていない活性層およびカソードによって被覆されている。これらの活性層およびカソードは、電荷ルーティングフィンガとして順に使用される3つのポイントc1、c2、c3を除いてアノード2をすべて被覆する。活性層は、アノードとカソードの間のすべてに挿入される。

20

【 0 0 4 8 】

図13bは、図13aのアノードを有する太陽電池セルにおける電流密度対電圧を示す。特性C0は、太陽電池セルが暗闇の中にある場合の太陽電池セルにおける電圧対電流密度を示す。特性C1、C2、C3は、電池が100mW/cm²の光に露光した場合の電池における電圧対電流密度を示す。より正確には、特性C1、C2およびC3は、電荷ルーティングフィンガがc1、c2、c3に位置付けられた場合の太陽電池セルにおける電圧対電流密度を示す。この場合、特性C1、C2、C3は、アノード2の異なる3ヶ所における正電荷を収集する接点にそれぞれ対応する。特性C1は、接点c1における接触に対応し、特性C2は、接点c2における接触に対応し、特性C3は、接点c3における接触に対応する。

30

【 0 0 4 9 】

電流密度は非常に異なるが、特性C1、C2およびC3は、比較的類似している。これは、三角形の頂点の1つで電荷を問題なく収集することができ、よって、活性層の外気に露出する部分を最小にすることを示す。したがって、アノードの幾何形状が三角形である場合、電荷ルーティングフィンガは、この三角形の辺ではなく、三角形の頂点の1つに位置付けるのが好ましい。しかしながら、以下の表で光起電性パラメータによって示されるように、電流密度が最も高い辺、すなわち、位置c3において接するのが好ましい。この場合、直角三角形において、90°の角の側辺で接するのが好ましい。すなわち、電荷ルーティングフィンガは、直角三角形の90°の角に配置されるのが好ましい。

40

【 0 0 5 0 】

以下の表は、ポイントc1、c2およびc3のそれぞれにおいて正電荷を収集する間に得られた結果の合計を示す。

【 0 0 5 1 】

【表1】

電荷収集 ポイント	出力 (%)	形状係数	Voc (V)	Icc (mA)	Rs (Ω)	Rch (Ω)
c1	0.61	0.45	0.42	0.75	67	1,538
c2	0.56	0.43	0.43	0.728	196	1,492
c3	0.66	0.49	0.44	0.741	79	2,500

10

【0052】

アノードの縦断面の形状が三角形である本実施例は、本発明の好ましい実施例である。

【0053】

様々な幾何学形状による結果を比較するため、本発明に係る種々の太陽電池セルを製造した。これらの太陽電池セルは、すべて、ITOアノード2と、

- PEDOT-PSS（ポリ(3,4-エチレンジオキシチオフェン)ポリ(スチレンスルホン酸)）層、
- CuPc（銅フタロシアニン）層、
- C60（フラーレン）層、および、
- BCP層、を有する活性層と、が蒸着された基板1を有する。

20

【0054】

最後に、これらの太陽電池セルは、アルミニウムで作られたカソード4を有する。これらの太陽電池の断面図は、図1の断面図と同様である。

【0055】

図8a、図8bおよび図8cは、それぞれ、これらの太陽電池の上面図を示す。

【0056】

図8aに示す太陽電池は、電荷ルーティングフィンガ21によって電荷の収集が行われる形状が二等辺三角形のアノード2を有する。この電荷ルーティングフィンガは、二等辺三角形の頂点の1つに配置される。活性層3の形状は、電荷ルーティングフィンガ21の終端22を除くアノード2全体を被覆する台形である。

30

【0057】

図8bの太陽電池セルは、電荷ルーティングフィンガ21によって電荷の収集が行われる形状が直角三角形のアノード2を有する。このルーティングフィンガ21は、90°の角度を有する直角三角形の頂点に配置される。活性層3の形状は、電荷ルーティングフィンガ21の終端22を除くアノード2全体を被覆する台形である。

【0058】

図8cの太陽電池セルは、形状が長方形の電荷ルーティングフィンガ21によって電荷の収集が行われる形状が正方形のアノード2を有する。活性層3の形状は、電荷ルーティングフィンガ21の終端22を除くアノード2全体を被覆する正方形である。

【0059】

これらの3つの場合において、カソード4は、突出部31がカソード4によって被覆されないように下部11を除いて基板10全体を被覆することによって、アノード2とカソード4との間で短絡が発生する危険を回避することができる。したがって、アノード2/活性層アセンブリは、電荷ルーティングフィンガ21および突出部31の終端を除いて、カソードと下層1との間ですべてカプセル封止される。これによって、二原子酸素および水蒸気の活性層中への拡散を制限することができる。

40

【0060】

図8a、図8bおよび図8cに示した3つの実施形態では、活性層の縦断面は、25m²に等しい同一の表面面積である。

【0061】

50

図 8 a、図 8 b および図 8 c に示す 3 つの実施形態で得られる結果を比較するため、シミュレーションを実行した。これらの実施形態において、化学組成は同じだが、幾何形状は異なる。

【0062】

すべての場合において、太陽電池セルは、アノードまたはカソードの厚さと比較すると、活性層の表面が大きい、すなわち、表面が 10 cm^2 より大きいことを示す。実際には、図 8 a ~ 図 8 c に示す 3 つの実施形態では、活性層の表面面積は、アノードまたはカソードの横断面の約 10^4 倍に等しい。ここで、電極における電流、すなわち、活性層で光生成された電流は、保存され、光起電力効果によって生成されたエネルギーの大部分は、アノード 2 における高抵抗によるジュール効果で消失する。また、抵抗加熱は、太陽電池セルの過度な経年劣化を引き起こす。
10

【0063】

ここで、幾何形状が三角形の場合、終端 2 2 の電荷収集ポイントに近づいたときの電流密度の増加は、アノードセクションにおける増加によって補われることに留意されたい。図 9 は、図 8 a の三角形のアノードにおける電流密度を示す。

【0064】

図 10 は、図 8 a、図 8 b および図 8 c の 3 つの太陽電池セルにおける電圧対電流密度を示す。曲線 A は、図 8 a に示す幾何形状が二等辺三角形である太陽電池セルにおける電圧対電流密度の変化を示す。曲線 B は、図 8 b に示す幾何形状が直角三角形である太陽電池セルにおける電圧対電流密度の変化を示す。曲線 C は、図 8 c に示す幾何形状が正方形である太陽電池セルにおける電圧対電流密度の変化を示す。直列抵抗が最小となる幾何形状は、図 8 a、すなわち、アノードの形状が二等辺三角形の場合であることが、明確に表れている。アノードの形状が直角三角形である太陽電池セルの直列抵抗は、図 8 a のものよりわずかに大きい。最後に、直列抵抗が最大である太陽電池セルは、図 8 c、すなわち、アノードの形状が正方形のものである。3 つの太陽電池セルに関して得られた結果を、以下の表にまとめる。
20

【0065】

【表 2】

太陽電池セル	電力損失 (nW)	出力 (%)	形状係数	直列抵抗 (Ω)	並列抵抗 (Ω)
正方形のアノード (図 8 c)	4.19	0.413	0.37	400	1,923
形状が直角三角形の アノード (図 8 b)	2.85	0.66	0.487	79	2,500
形状が二等辺三角形 のアノード (図 8 a)	2.63	0.7	0.55	55	3,846

30

40

【0066】

この場合、アノードの形状が二等辺三角形または直角三角形にかかわらず三角形である太陽電池セルにおいて消失される電力は、アノードの形状が正方形である太陽電池セルより非常に小さいことに留意されたい。したがって、アノードの形状が二等辺三角形または直角三角形にかかわらず三角形である太陽電池セルは、アノードの形状が正方形である太陽電池セルより、出力および形状係数が良好である。最後に、アノードの形状が二等辺三角形または直角三角形にかかわらず三角形である太陽電池セルにおける直列抵抗は、アノードの形状が正方形である太陽電池セルにおける直列抵抗より非常に小さい。

【0067】

50

図11は、P3HT-PeCBM((ポリ(3-ヘキシリチオフェン)および(フェニルC61)酸メチルエステル))で作られた活性層に関して、以下を示す。

- 曲線Eは、光がない場合のアノードの形状が長方形である太陽電池セルにおける電圧対電流密度を示す。

- 曲線Fは、光がない場合のアノードの形状が二等辺三角形である太陽電池セルにおける電圧対電流密度を示す。

- 曲線Gは、 100mW/cm^2 の光がある場合のアノードの形状が長方形である太陽電池セルにおける電圧対電流密度を示し、この場合、出力は2.09に等しく、形状係数は0.4に等しい。

- 曲線Hは、 100mW/cm^2 の光がある場合のアノードの形状が二等辺三角形である太陽電池セルにおける電圧対電流密度を示し、この場合、出力は3.37に等しく、形状係数は0.53に等しい。 10

【0068】

ここで、活性層がP3HT-PeCBMで作られた場合の電流密度は、活性層がCuPc/C60で作られた場合より、約3倍高いことが分かる。したがって、P3HT-PeCBMで作られた層を有する太陽電池セルの場合の方が、CuPc/C60で作られた層を有する太陽電池セルの場合より、形状を三角形にすることによって電極における消失を制限するように光起電性特性を改良することがより重要になる。

【0069】

図12は、形状が三角形である複数のアノードを連係させた有利な例を示す。形状が二等辺三角形のアノードを有する太陽電池セルが、形状が直角三角形のアノードを有する太陽電池セルと連係することによって、形状が二等辺三角形のアノード2aおよび形状が直角三角形のアノード2bで長方形を形成する。この配置によって、スペースを得ることができる。 20

【0070】

もちろん、上記の2つまたは3つの代替方法を連係させることによって、活性層を保護すると同時に太陽電池セルの直列抵抗を低減することができる。例えば、アノードは、ITO/金属/ITO多層膜で構成し、形状が三角形になるように作ることができる。

【0071】

また、このように組立てられた太陽電池セルは、酸素と水蒸気に対して活性層の保護を強化する従来の多層膜によって保護することができる。 30

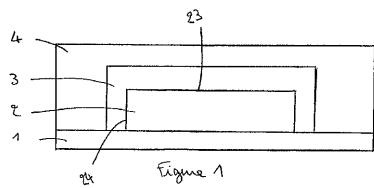
【0072】

有機電界発光ダイオードについても、同様に説明することができるであろう。

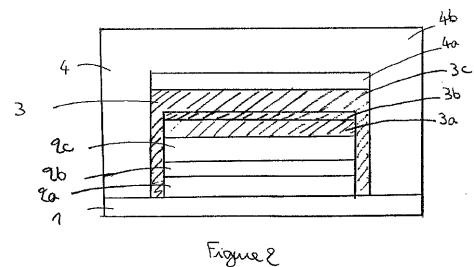
【0073】

もちろん、多数の代替方法が可能である。例えば、複数の電子素子で同じ基板を使用することができる。この基板は、活性層によって分離された複数の第1電極および第2電極が蒸着された大きなプレートでもよい。

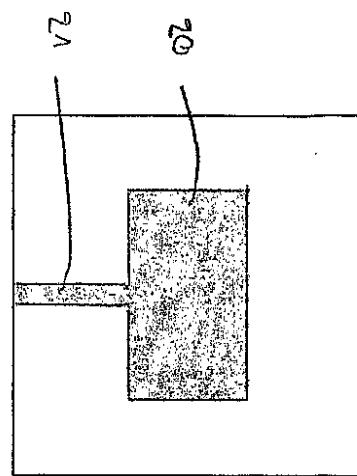
【図1】



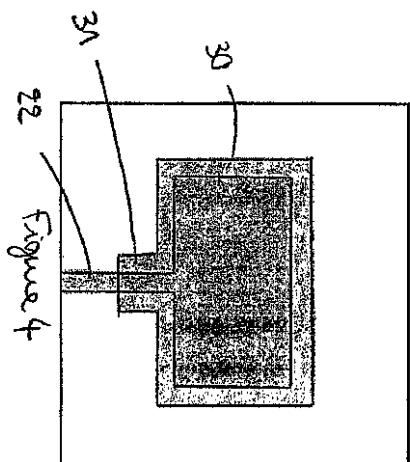
【図2】



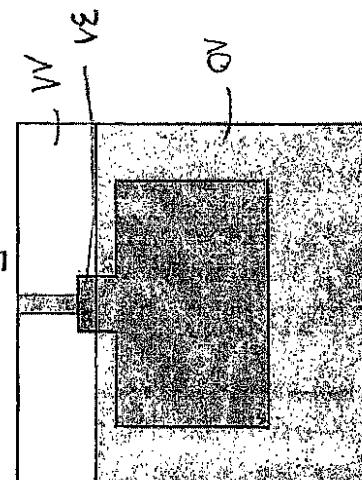
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

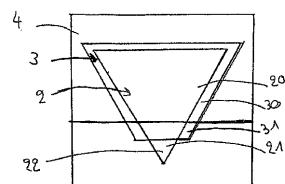
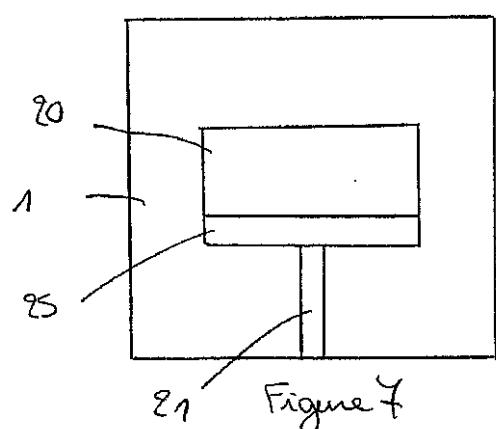
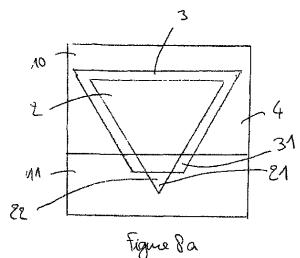


Figure 6.

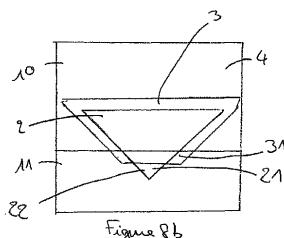
【図 7】



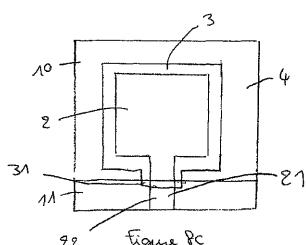
【図 8 a】



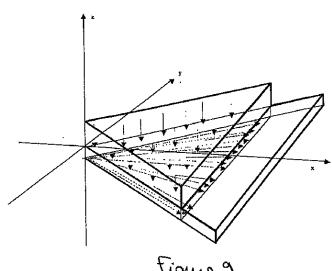
【図 8 b】



【図 8 c】



【図 9】



【図 10】

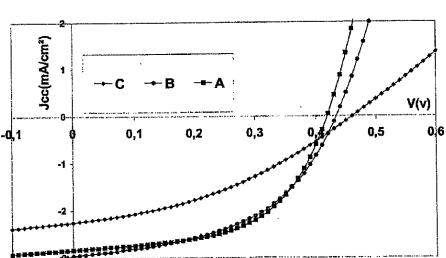


Figure 10

【図 11】

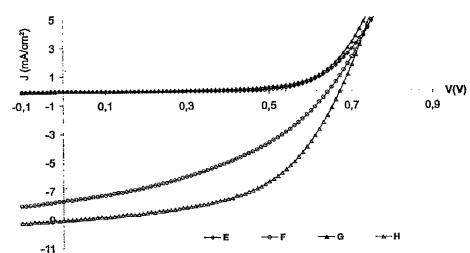
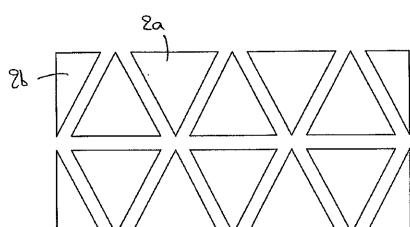


Figure 11

【図 12】



【図 1 3 a】

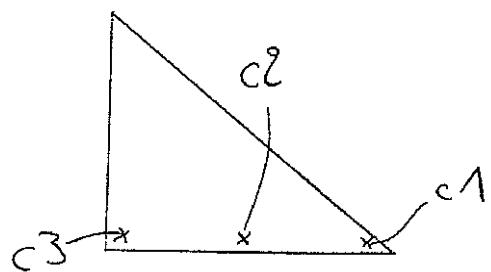


Figure 13a

【図 1 3 b】

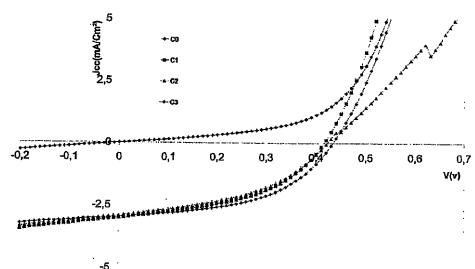


Figure 13b.

フロントページの続き

(51)Int.Cl. F I
H 05B 33/10 (2006.01) H 05B 33/10

- (72)発明者 ラティエール, ベルナール
フランス国, エフ - 87430 ベルヌイユ-シュル-ビエンヌ, ルート デ ビニュ 37
(72)発明者 ヌンジ, ジャン-ミシェル
フランス国, エフ - 20119 バステリカ, スカタマリア
(72)発明者 モリトン, アンドレ
フランス国, エフ - 87430 ベルヌイユ-シュル-ビエンヌ, アレ ボワレリ 1
(72)発明者 チャカロウン, モハマド
レバノン国, ルミーヌ, リュ プリンシバル

審査官 門 良成

- (56)参考文献 特表2007-531297 (JP, A)
特開平10-223376 (JP, A)
特開2006-305853 (JP, A)
特開2004-158661 (JP, A)
特開2003-115393 (JP, A)
国際公開第2007/025188 (WO, A1)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H 01L 51/42-48
H 01L 31/18-20
H 05B 33/04
H 05B 33/06
H 05B 33/10
H 05B 33/26