

(19)日本国特許庁(JP)

(12)特許公報(B2)

(11)特許番号
特許第7345395号
(P7345395)

(45)発行日 令和5年9月15日(2023.9.15)

(24)登録日 令和5年9月7日(2023.9.7)

(51)国際特許分類	F I
H 1 0 K 30/50 (2023.01)	H 1 0 K 30/50
H 1 0 K 30/10 (2023.01)	H 1 0 K 30/10
H 1 0 K 30/20 (2023.01)	H 1 0 K 30/20
H 1 0 K 30/40 (2023.01)	H 1 0 K 30/40

請求項の数 6 (全17頁)

(21)出願番号	特願2019-546120(P2019-546120)	(73)特許権者	506316557
(86)(22)出願日	平成30年2月23日(2018.2.23)		サントル ナショナル ドゥ ラ ルシエル
(65)公表番号	特表2020-508583(P2020-508583 A)		シュ シアンティフィック
(43)公表日	令和2年3月19日(2020.3.19)		フランス国 7 5 7 9 4 パリ セデックス
(86)国際出願番号	PCT/EP2018/054474	(73)特許権者	511025226
(87)国際公開番号	WO2018/154039		ユニヴェルシテ デクス - マルセイユ
(87)国際公開日	平成30年8月30日(2018.8.30)		UNIVERSITE D' AIX - MA
審査請求日	令和3年1月25日(2021.1.25)		RSEILLE
(31)優先権主張番号	17157916.2		フランス、エフ - 1 3 2 8 4 マルセイユ
(32)優先日	平成29年2月24日(2017.2.24)		セデックス 07、ブルバール シャル
(33)優先権主張国・地域又は機関	欧州特許庁(EP)		ル リヴォン、ジャルダン ドュ ファロ
			、58
			Jardin du Pharo, 58,
			Bld Charles Livon,
			最終頁に続く

(54)【発明の名称】 複数の光活性材料を含むマルチカラーオプトエレクトロニック素子を作製するための方法およびこのようにして作製されるオプトエレクトロニック素子

(57)【特許請求の範囲】

【請求項1】

太陽電池、光起電パネル(11)、ペロブスカイトベースの太陽電池及び量子ドットベースのハイブリッド太陽電池の中から選択されるマルチカラーのオプトエレクトロニック素子(1)を作製するための方法であって、

少なくとも1つの第1の部分(21)と、前記第1の部分に隣接する第2の部分(22)とを含む導電性基板(10)を得るステップ、

第1の周波数範囲に光学特性を有する第1の光活性材料(301)を前記第1の部分に堆積するステップ

を含み、

前記方法が、

前記第1の光活性材料とは異なっており第2の周波数範囲に光学特性を有する第2の光活性材料(302)を前記第2の部分に堆積するステップであって、前記第1の光活性材料が、前記第2の光活性材料に接触し、前記第1の光活性材料および前記第2の光活性材料が、前記マルチカラーのオプトエレクトロニック素子の光活性層(30)を形成するステップ、

前記第1の光活性材料の量と前記第2の光活性材料の量との比率により、光電気パラメータについての所定の値を前記第1の光活性材料における前記光電気パラメータの値と前記第2の光活性材料における前記光電気パラメータの値との間の範囲に有する前記光活性層が生じるように、前記第1の部分および前記第2の部分のそれぞれの大きさを決定する

ステップをさらに含み、

前記光活性層の前記光電気パラメータが、開放電圧、短絡回路電流密度及び光 / 電気変換効率の中から選択される、方法。

【請求項 2】

前記第 1 の部分が前記第 2 の部分に接触している領域 (2 3) において前記第 1 の光活性材料を前記第 2 の光活性材料に関連付けて、混合された光活性材料 (3 0 3) を前記領域内に形成するステップをさらに含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記第 1 の光活性材料および前記第 2 の光活性材料が、ドロップキャストリング、ドクターブレディング、スピンコーティング、インクジェット印刷、スプレーコーティングの中から選択された技法を用いて堆積される、請求項 1 または 2 に記載の方法。

10

【請求項 4】

前記第 1 の部分に前記第 1 の光活性材料を堆積して、第 1 の均一な層を形成するステップ、

前記第 2 の部分に前記第 2 の光活性材料を堆積して、前記第 1 の均一な層に接触する第 2 の均一な層を形成するステップ、

前記第 1 の均一な層および前記第 2 の均一な層を乾燥させるステップをさらに含む、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の方法。

【請求項 5】

前記第 1 の部分に前記第 1 の光活性材料を堆積して、第 1 の均一な層を形成するステップ、

前記第 1 の均一な層を乾燥させるステップ (3 1 0) 、

前記第 2 の部分に前記第 2 の光活性材料を堆積して、前記第 1 の均一な層に接触する第 2 の均一な層を形成するステップ、

前記第 2 の均一な層を乾燥させるステップ (3 2 0)

をさらに含む、請求項 1 から 3 のいずれか一項に記載の方法。

20

【請求項 6】

前記光活性層についての所望の厚さおよび所望の光学特性を得るように、前記第 1 の光活性材料および前記第 2 の光活性材料の組成および / または粘度を選定するステップをさらに含む、請求項 1 から 5 のいずれか一項に記載の方法。

30

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、カラーの光活性層を有する太陽電池または発光ダイオードなどのオプトエレクトロニック素子の分野に関する。具体的には、このカラーの光活性層は、有機材料、無機材料、またはハイブリッド有機 / 無機材料に基づき、光起電パネルまたは発光素子の外面を改善するように機能することができ、これらの素子がそれらの環境により良く調和することを可能にする。カラーの光活性層はまた、たとえば窓もしくはスクリーン内の残留光エネルギーを取り入れるため、または従来のオプトエレクトロニック素子よりも人目につきにくい目立たない光源を提供するための新奇な用途にも使用され得る。

40

【背景技術】

【0002】

オプトエレクトロニック素子は、多用途に使用されて、光を吸収または放出する。発光ダイオードは、電気エネルギーを光子に変換するのに光活性層を使用する効率的で安価な光源の例である。太陽電池は、光吸収オプトエレクトロニック素子の例であり、光吸収オプトエレクトロニック素子は、光活性層を使用して、光子を電流として収集される電荷担体に変換する。

【0003】

オプトエレクトロニック素子、具体的には太陽電池の近年の開発は、それらの製造費用を削減し、より広範囲の用途にそれらを使用できるようにすることを目的とする。

50

【 0 0 0 4 】

従来型の太陽電池は、濃い青色のパネルの形態で見られる。これらの素子は、非常に人目につきやすく、都市環境に調和するのは容易ではない。

【 0 0 0 5 】

カラーの太陽電池および半透明の太陽電池は、太陽電池のそれらの環境への調和を改善し、それらの用途可能性を拡大するように開発されている。カラーの太陽電池は、それらの環境により良く溶け込み、特に都市圏において、より広い表面範囲にわたって使用されるようにパターンまたはカラーを用いて設計され得る。半透明の太陽電池は、スクリーンによって放出される、または窓を通る残留光を取り入れるのにさらに使用可能でありながら、なおも目立たず、ほとんど人目にもつかない。

10

【 0 0 0 6 】

カラーの太陽電池は、具体的には、光活性層に有機材料を使用して製造され得る。これらの有機材料は、典型的には、ポリマーおよび小さいドナー分子が、バルクヘテロ接合で、アクセプタ分子（通例は、フラーレン）と混合される形態で見られる。この有機材料は、一般に、「ブレンド（blend）」と呼ばれる。他のアーキテクチャもまた、無機材料またはハイブリッド有機/無機材料に依存するカラーの太陽電池を作製するのに利用できる。

【 0 0 0 7 】

光が有機太陽電池に照射されると、励起子と呼ばれる電子/正孔対が光活性層に生成される。正孔および電子は、光活性層の上および下に層を分離するように運ばれて、電流を生み出す。

20

【 0 0 0 8 】

有機太陽電池の典型的なアーキテクチャは、ガラス層、インジウムスズ酸化物層（上部透明電極）、正孔抽出層（典型的には、Pedot: PSSすなわちポリ(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)、光活性層、電子抽出層（典型的には、ZnO）、および導電性基板を含む。導電性基板は、アルミニウムなどの半透明材料または金属とすることができる。

【 0 0 0 9 】

反転させた素子構造では、太陽電池における電子抽出層（ZnO）と正孔抽出層（Pedot: PSS）のそれぞれの位置を交換することができる。

30

【 0 0 1 0 】

有機太陽電池は、光活性層に使用される有機半導体の可視スペクトルにおける吸収帯が固有であることに起因して、様々なカラーを光起電パネルに伝えることができる。結果として、有機太陽電池が所望のカラーを有すると考えるための1つの可能性は、ブレンドに適切な組成を選定すること、または可視スペクトルにおけるブレンドの吸収帯、したがって素子のカラーを変更するのに関係する割合で金属などの添加物を加えることである。カラーの太陽電池はまた、たとえば光学フィルタまたは反射コーティングを用いることによって無機材料を使用して作製することもできる。

【 0 0 1 1 】

材料に適切な組成を選定することにより、有機太陽電池のより広い範囲のカラーの作製が可能になったとしても、添加物を含めること、およびカラーごとに固有の化合物を作製する必要があることにより、これらの電池の製作はより複雑になる。

40

【 0 0 1 2 】

有機太陽電池に利用できるカラーのスペクトルを拡大するための異なる手法は、光活性層の厚さ、および/または正孔抽出層および電子抽出層の厚さを変更することにある。実際、層の厚さが、電池の光吸収効率にだけでなく、それらのカラーにも影響を及ぼすことがわかっている。光活性層の厚さを変更するためには、ブレンド中のポリマーの濃度またはブレンドが堆積される前に調合される溶液の粘度を変更することが可能である。

【 0 0 1 3 】

カラーオプトエレクトロニック素子を製造するための上記の方法のすべてでは、多数の

50

太陽電池、具体的には、光起電パネル（または発光ダイオードアレイ）において存在するカラーごとに1つの太陽電池を作製する必要がある。各タイプの光活性層の電気特性の違いにより、パネル上のそのような電池の電気接続には、複雑な設計が必要であり、それにより、同じカラーを有する太陽電池は、一緒に接続されるが、異なるカラーを有する電池には接続されない。これにより、光起電パネルまたは発光ダイオードアレイにおいてカラーパターンを製造することが複雑になる。

【発明の概要】

【発明が解決しようとする課題】

【0014】

カラーオプトエレクトロニック素子の製造および設計に関連する上記の弱点を考慮して、カラーオプトエレクトロニック素子を作製するための単純な方法が求められている。

10

【課題を解決するための手段】

【0015】

従来技術の上に挙げた不具合を克服するために、本発明は、マルチカラーのオプトエレクトロニック素子を作製するための方法を提供し、この方法は、

少なくとも1つの第1の部分と、第1の部分に隣接する第2の部分とを含む導電性基板を得るステップ、

第1の周波数範囲に光学特性を有する第1の光活性材料を第1の部分に堆積するステップを含み、

この方法は、

20

第1の光活性材料とは異なっており第2の周波数範囲に光学特性を有する第2の光活性材料を第2の部分に堆積するステップであって、第1の光活性材料は、第2の光活性材料に接触し、第1の光活性材料および第2の光活性材料は、マルチカラーのオプトエレクトロニック素子の光活性層を形成するステップをさらに含む。

【0016】

少なくとも2つの異なる光活性材料を同じ導電性基板に配置することによって、本発明は、たとえば、同じ基板において、様々なカラーを有する太陽電池または発光ダイオードなどのオプトエレクトロニック素子を作製することを可能にする。従来技術の方法では、素子にわたって均一なカラー（homogeneous colour）を維持することによって素子のカラーを変更するための手段しか与えられていない。従来技術の方法では、マルチカラーを有する、もしくはパターンを示すパネルまたはアレイを作製するためには、複雑な配置および形状設計が必要である。本発明の方法は、この要件を克服し、任意のパターンにより1つの素子の1つの単一基板にわたって配置され得る複数のカラーの作製を可能にする。

30

【0017】

それによって、本発明の方法では、パネルまたはアレイにおいて存在するカラーのタイプごとに複雑な形状または固有の電気接触部を有する素子（太陽電池など）を作製する必要性を克服することによって、カラーパターンの製造を単純になる。実際、導電性基板上の各光活性材料が別の光活性材料と確実に接触するようにすることによって、結果的に得られるオプトエレクトロニック素子は、太陽電池において各光活性材料によって生成された電流を首尾良く運び、モジュールまたはパネルの他の隣接する電池に、それらの光活性層のカラーが1つであるかまたは複数であるかにかかわらず接続され得る。

40

【0018】

上で使用された「周波数範囲における光学特性（optical properties in a frequency range）」という用語は、光活性材料のカラーに寄与する特徴である光活性材料のスペクトル吸収帯/放出帯を示している。「周波数範囲（frequency range）」が、オプトエレクトロニック素子に可視スペクトルにおける人目につきやすいカラーを与える少なくとも1つの周波数に沿う可視スペクトルの一部分を含むことが仮定される。

【0019】

50

本発明は、同じ基板に堆積された2つの異なる光活性材料の使用について教示しているが、これらの光活性材料は、それらの厚さによって異なる場合がある（つまり、光活性材料は、同様の組成を有することができるが、それらの厚さにより生じる固有のオプトエレクトロニック特性により、異なるカラーにつながる可能性がある）。また、2つの光活性材料が、同じ厚さであっても、組成が非常に異なり、同様に2つの異なるカラーにつながる可能性もある。

【0020】

「導電性基板 (electrically conducting substrate)」が、オプトエレクトロニック素子の電極として使用される金属もしくは半透明層（たとえば、アルミニウム層）を示す場合も、またはこの電極層の上に見つけることができる抽出層（正孔抽出層もしくは電子抽出層）のうち的一方を示すこともあることに留意されたい。

10

【0021】

「光活性材料 (photoactive material)」という用語は、任意のタイプの構造を有する有機化合物（ポリマーブレンド）または無機化合物の両方に帰属し得る。

【0022】

一実施形態によれば、方法は、

第1の部分が第2の部分に接触している領域において第1の光活性材料を第2の光活性材料に関連付けて、混合された光活性材料を前記領域内に形成するステップをさらに含むことができる。

20

【0023】

混合された光活性材料が両方の光活性材料間の接触部における領域内に存在することにより、光活性層に見られる電気短絡または空隙の恐れが低減する。その領域内の混合された光活性材料は、両方の光活性材料間のより良い電気接触を確実にする。有機太陽電池の場合には、2つの光活性ブレンドを液体の形態で混合してから、乾燥させることができる。

【0024】

両方の光活性材料の混合の品質を改善し、シャープな界面を創出しないようにするためには、プレート上の各光活性材料を加熱してから、それらを導電性基板に堆積することがさらに可能である。これにより、両方の材料が、導電性基板において接触し合う領域において混合する速度も上げることができる。

30

【0025】

一実施形態によれば、方法は、

第1の光活性材料の量と第2の光活性材料の量との比率により、光電気パラメータについての所定の値を第1の光活性材料における前記光電気パラメータの値と第2の光活性材料における前記光電気パラメータの値との間の範囲に有する光活性層が生じるように、第1の部分および第2の部分のそれぞれの大きさを決定するステップをさらに含むことができる。

【0026】

素子のオプトエレクトロニック特性全体が、導電性基板上に存在する各光活性材料のオプトエレクトロニック特性の組合せの結果として生じることが観察されている。したがって、使用されている光活性材料のそれぞれの光電気特性間の範囲に元の光電気特性を置くオプトエレクトロニック素子を設計することが可能である。オプトエレクトロニック素子において使用される各光活性材料の量は、導電性基板上の各対応する部分の大きさを制御することによって制御され得る。

40

【0027】

一実施形態によれば、光活性層の光電気パラメータは、開放電圧、短絡回路電流密度、光/電気変換効率、電気/光変換効率の中から選択することができる。

【0028】

一実施形態によれば、第1の光活性材料および第2の光活性材料は、ドロップキャスト

50

イング、スロットダイコーティング、ドクターブレードイング、スピコーティング、インクジェット印刷、スクリーン印刷、グラビア印刷およびフレキソ印刷、スプレーコーティングの中から選択された技法を用いて堆積され得る。

【0029】

一実施形態によれば、方法は、

第1の部分に第1の光活性材料を堆積して、第1の均一な層を形成するステップ、

第2の部分に第2の光活性材料を堆積して、第1の均一な層に接触する第2の均一な層を形成するステップ、

第1の均一な層および第2の均一な層を乾燥させるステップ

をさらに含むことができる。

10

【0030】

代替の実施形態によれば、方法は、

第1の部分に第1の光活性材料を堆積して、第1の均一な層を形成するステップ、

第1の均一な層を乾燥させるステップ、

第2の部分に第2の光活性材料を堆積して、第1の均一な層に接触する第2の均一な層を形成するステップ、

第2の均一な層を乾燥させるステップ

をさらに含むことができる。

【0031】

導電性基板の両側から光活性材料を堆積することは有利であり、それにより、光活性材料は、導電性基板のそれらのそれぞれの部分にわたって移動して、光活性材料がともに混合して、混合された光活性層を形成する領域に到達することができる。この方法は、有機太陽電池に特に適しており、その製造には、ポリマーブレンドが使用される。ポリマーブレンドを液体の形態で混合してから、乾燥させることができる。

20

【0032】

第1の光活性ブレンドおよび第2の光活性ブレンドが、導電性基板において異なる厚さを有するように調合される場合、各光活性ブレンドを別個に乾燥させ、それらを順次、基板に堆積することが有利である。

【0033】

一実施形態によれば、方法は、

光活性層についての所望の厚さおよび所望の光学特性を得るように、第1の光活性材料および第2の光活性材料の組成および/または粘度を選定するステップ

をさらに含むことができる。

30

【0034】

本発明の方法は、光活性層のカラーを適合させるのに使用される他の技法、その厚さおよび組成を制御することなどと組合せ可能である。

【0035】

本発明はまた、マルチカラーのオプトエレクトロニック素子を対象とし、このマルチカラーオプトエレクトロニック素子は、

少なくとも1つの第1の部分と、第1の部分に隣接する第2の部分とを含む導電性基板、導電性基板上の光活性層

を含み、

光活性層は、第1の部分において、第1の周波数範囲に光学特性を有する第1の光活性材料と、第2の部分において、第1の光活性材料とは異なり第2の周波数範囲に光学特性を有する第2の光活性材料とを含み、第1の光活性材料は、第2の光活性材料に接触している。

40

【0036】

一実施形態によれば、光活性層は、第1の光活性材料と第2の光活性材料との混合の結果として生じる光活性材料を含む、第1の部分と第2の部分との間の接触部の上の領域をさらに含むことができる。

50

【 0 0 3 7 】

一実施形態によれば、第 1 の光活性材料は、第 2 の光活性材料に少なくとも部分的に重なっている。

【 0 0 3 8 】

そのような重なりを使用して、特に、第 1 の部分と第 2 の部分との接合部に対応するところに、第 3 のカラーを生み出すことができる。

【 0 0 3 9 】

一実施形態によれば、第 1 の光活性材料および第 2 の光活性材料は、P 3 H T : P C B M、P T B 7 : P C B M、P T B 7 - T h : P C B M、P B D B - T : P C B M、P B D B - T : I T I C の中から選択され得る。

10

【 0 0 4 0 】

これらの材料は、特に、それらの厚さまたは正確な組成が固有のニーズを満たすように調節されるとき、可視スペクトルのかなりの部分をカバーする。

【 0 0 4 1 】

一実施形態によれば、光活性層は、少なくとも 1 つの強誘電材料をさらに含むことができる。

【 0 0 4 2 】

強誘電材料を加えることにより、オプトエレクトロニック素子の開放電圧が上昇し、それによって、その電気特性が改善される。

【 0 0 4 3 】

一実施形態によれば、マルチカラーのオプトエレクトロニック素子は、太陽電池、光起電パネル、発光ダイオード、発光ダイオードアレイ、ペロブスカイトベースの太陽電池、ペロブスカイトベースの発光ダイオード、量子ドットベースのハイブリッド太陽電池、有機発光ダイオードの中から選択され得る。

20

【 0 0 4 4 】

本発明は、光起電電池などの光吸収素子、または発光ダイオードなどの光放出素子において、それらが正確な構造であるかにかかわらず使用され得る。

【 0 0 4 5 】

一実施形態によれば、マルチカラーのオプトエレクトロニック素子は、導電性基板上の第 1 の光活性材料および第 2 の光活性材料の配置とは形状が無関係である電池を備える光起電パネルである。

30

【 0 0 4 6 】

各太陽電池においてカラーが存在するかにかかわらず、任意の形状を有するパネルの設計は、パネルおよび電池の製造、ならびにそれらの電気接触部の製造を容易にする。

【 0 0 4 7 】

一実施形態によれば、オプトエレクトロニック素子は、透明な導電性基板を含むことができる。

【 0 0 4 8 】

透明な導電性基板により、オプトエレクトロニック素子を窓またはスクリーンなどのより広い範囲の用途に使用して、残留光を吸収し、または透明な支持表面から光を放出することが可能になる。

40

【 0 0 4 9 】

本発明の方法は、以下に提示されている例示的な実施形態の詳細な説明を読むことによってより良く理解されよう。これらの実施形態は、例示的であり、決して限定的ではない。それらの実施形態には、添付の図および図面が与えられる。

【 図面の簡単な説明 】

【 0 0 5 0 】

【 図 1 a 】 光活性層に使用される材料 (ブレンド) が P 3 H T : P C B M に基づいているとき、光活性層の厚さおよび電子抽出層の厚さを変えることによって、有機太陽電池について得ることができるカラーを表す図である。

50

【図 1 b】光活性層に使用される材料（ブレンド）が P 3 H T : P C B M に基づいているとき、光活性層の厚さおよび正孔抽出層の厚さを変えることによって、有機太陽電池について得ることができるカラーを表す図である。

【図 2 a】光活性層に使用される材料（ブレンド）が P T B 7 : P C B M に基づいているとき、光活性層の厚さおよび電子抽出層の厚さを変えることによって、有機太陽電池について得ることができるカラーを表す図である。

【図 2 b】光活性層に使用される材料（ブレンド）が P T B 7 : P C B M に基づいているとき、光活性層の厚さおよび正孔抽出層の厚さを変えることによって、有機太陽電池について得ることができるカラーを表す図である。

【図 3 a】第 1 の実施形態による、導電性基板に 2 つの光活性ブレンドを堆積するための方法の概略図である。

10

【図 3 b】第 2 の実施形態による、導電性基板に 2 つの光活性ブレンドを堆積するための方法の概略図である。

【図 4 a】側面から見た有機太陽電池の形態のマルチカラーオプトエレクトロニック素子の概略図である。

【図 4 b】側面から見た有機太陽電池の形態のマルチカラーオプトエレクトロニック素子の概略図である。

【図 4 c】上面から見た有機太陽電池の形態のマルチカラーオプトエレクトロニック素子の概略図である。

【図 5 a】光活性層において使用される 2 つの材料間の比率に応じた、本発明によるマルチカラー太陽電池における光電特性（開放電圧 V_{oc} ）の変遷を表すグラフである。

20

【図 5 b】光活性層において使用される 2 つの材料間の比率に応じた、本発明によるマルチカラー太陽電池における光電特性（光電流密度 J_{sc} ）の変遷を表すグラフである。

【図 5 c】光活性層において使用される 2 つの材料間の比率に応じた、本発明によるマルチカラー太陽電池における光電特性（変換効率 $PC\ E$ ）の変遷を表すグラフである。

【図 6 a】各太陽電池が、単一のカラーで作られており、所望のパターンに合うように特定の形状を有する従来技術の方法を使用して製造された上面から見た太陽パネルの概略図である。

【図 6 b】本発明の方法を使用して製造された上面から見た太陽パネルの概略図である。

【発明を実施するための形態】

30

【0051】

明瞭にするために、これらの図および図面において表されている特徴の寸法は、対応する要素の実寸比に必ずしも対応するとは限らない場合がある。図および図面上の同様の参照数字は、同様の要素または品目に対応する。

【0052】

本発明は、任意のタイプのアーキテクチャに基づくことができる太陽電池、光起電パネル、発光ダイオード、または発光ダイオードアレイなどのオプトエレクトロニック素子を製造するための方法を提供する。たとえば、オプトエレクトロニック素子は、有機太陽電池、ペロブスカイトベースの太陽電池、ペロブスカイトベースの発光ダイオード、量子ドットベースのハイブリッド太陽電池、有機発光ダイオードとすることができる。この方法では、均一な光活性層、つまりたった 1 つだけのカラーそれぞれの光活性層を有するオプトエレクトロニック素子を作製する必要性を克服する。本発明は、そうではなく、マルチカラー光活性層を有するオプトエレクトロニック素子、およびそのような素子を製造するための方法を提供する。

40

【0053】

オプトエレクトロニック素子、具体的には、太陽電池を製造するための既存の方法は、光活性層を作るのに使用される「光活性材料（photoactive material）」についての固有の組成の選定に依存し、ブレンドの厚さに適合する。

【0054】

次の説明においては、諸例が有機太陽電池に関連して与えられる。しかしながら、本発

50

明は、必ずしも「光活性材料」に有機化合物を使用するとは限らない他のタイプの太陽電池または発光構造を使用して実施され得る。

【0055】

有機太陽電池では、「光活性材料」は、pn接合の均等物である相互浸透型(interpenetrated)バルクヘテロ接合を創出するためのポリマーならびにドナー分子およびアクセプタ分子で作られたブレンドである。

【0056】

図1a、図1b、図2a、図2bは、カラー範囲を概略的に示し、このカラー範囲は、図1aおよび図1bの場合では、固有のタイプの光活性ブレンド(ポリ(3-ヘキシルチオフェン)(P3HT)とフェニル-C61-酪酸メチルエステル(PCBM)とのブレンドの略であるP3HT:PCBM、および図2aおよび図2bの場合では、ポリ[[4,8-ビス[(2-エチルヘキシル)オキシ]ベンゾ[1,2-b:4,5-b']ジチオフェン-2,6-ジイル][3-フルオロ-2-[(2-エチルヘキシル)カルボニル]チエノ[3,4-b]チオフェンジイル]]とフェニル-C61-酪酸メチルエステル(PCBM)とのブレンドの略であるPTB7:PCBM)を選定することによって、ならびに光活性ブレンドの厚さと抽出層(図1aおよび図2aの場合では電子抽出ZnO層、ならびに図1bおよび図2bの場合では正孔抽出Pedot:PSS層)のうちの一方向の厚さを変更することによって得ることができる。

【0057】

図1aおよび図2aは、オプトエレクトロニック素子1(太陽電池)が、導電性基板10と、電子抽出層20と、光活性層30と、正孔抽出層40と、典型的にはインジウムスズ酸化物(ITO)で作られている上部伝導層とを含む通常の素子構造の例を提供している。図1aおよび図2aのグラフは、ZnO電子抽出層20について3つの異なる厚さ、すなわち、そのような層がない場合(太線101)、40nm厚さのZnO層の場合(点線102)、または90nm厚さのZnO層の場合(細線103)を使用して得ることができる可能なカラーをカラーパレットにおいて示している。パレットのカラーは、濃い青色110、紫色111、赤色112、黄色113、緑色114、明るい青色115の領域を含む。

【0058】

図1aは、P3HT:PCBMに基づくブレンドが、40nmと200nmとの間でブレンドの厚さを変更することによって、黄色、緑色、または明るい青色の太陽電池を得るためには使用できないことを示している。四角と星とをつなぐ線は、光活性ブレンドの厚さが(星の印が付けられているパレットの場所における)40nmから(四角の印が付けられているパレットの場所における)200nmに変更されたとき、ZnOの所与の厚さに利用可能なカラーをすべて表している。正孔抽出層40と電子抽出層20が交換されている反転させた素子構造の場合における同じ情報を示している図1bから、同様の結論を引き出すことができる。図1bは、光活性層の厚さが40nmから200nmに変更されたとき、正孔抽出層がない場合(太線104)、40nm厚さの正孔抽出層の場合(点線105)、および90nm厚さの正孔抽出層の場合(細線106)に得られる可能なカラーを示している。

【0059】

図2aは、光活性層の厚さが40nmから200nmに変更されたとき、電子抽出層がない場合(太線201)、40nm厚さの電子抽出層の場合(点線202)、および90nm厚さの電子抽出層の場合(細線203)に得られる可能なカラーを示している。PTB7:PCBMポリマーブレンドが、黄色、赤色、または紫色の太陽電池を製造するには適していないことが図2aにおいてわかり得る。反転させた素子構造の場合における同じ情報を示す図2bのカラーパレットから、同様の結論を引き出すことができる。図2bは、光活性層の厚さが40nmから200nmに変更されたとき、正孔抽出層がない場合(太線204)、40nm厚さの正孔抽出層の場合(点線205)、および90nm厚さの正孔抽出層の場合(細線206)に得られる可能なカラーを示している。

10

20

30

40

50

【0060】

図1a、図1b、図2a、図2bでは、たった1つの光活性ブレンド組成しか使用しないことにより、概して、ブレンドの厚さまたは界面層の厚さを変更することだけでは、広範な可視スペクトルをカバーすることはできないことが教示されている。

【0061】

本発明は、同じ導電性基板に2つの異なる光活性材料を堆積するための方法を提供する。

【0062】

図3aおよび図3bは、本発明によるマルチカラーオプトエレクトロニック素子を製造するための2つの実施形態を示している。

【0063】

図3aでは、第1の光活性材料301が、第1の部分21に堆積され、第2の光活性材料302が、太陽電池の電子抽出層20の第2の部分22に堆積されている。同様に、図3aおよび図3bの例におけるように、光活性材料を導電性基板10に直接、堆積すること、または光活性材料を導電性基板上に「間接的に(indirectly)」堆積させることも可能である。

【0064】

光活性材料は、図3aおよび図3bの例においてはブレンドである。これらのブレンドは、堆積される際には液体であり、図3aにおいて示されている両方の縁部から導電性基板にわたって移動して、第1の部分21が第2の部分22に接触する領域23において接触し合うことができる。この領域23では、第1の光活性材料301は、第2の光活性材料302と混合して、第3の光活性材料303を形成する。液体ブレンドは、オプトエレクトロニック素子の光活性材料間の継続的で均一な電気接続を創出するために、この混合を促進させるように有利に混和することができる。また、光活性材料を加熱してから、それらを導電性基板に堆積して、それらの移動または堆積、ならびにより均一な堆積および混合の促進を容易にすることも可能である。この加熱段階により、両方の光活性材料が、最適な性能に向けて同じ温度になるので好ましい。

【0065】

光活性材料が定位置にあるとき、基板をスピンして(300)光活性材料を乾燥させて、光活性層30が形成される。熱処理など、光活性材料を乾燥させるための他の方法が実施されてもよい。

【0066】

図3aの例では、両方の光活性材料は、同時に堆積され、同じスピン段階の間に乾燥される。

【0067】

特定の実施形態では、図3bに示されているように、各光活性材料を順に堆積することが有利である。そのような状況は、たとえば、光活性材料のうち的一方に、堆積後、熱的処理段階が必要であるときに生じる(このとき、まず、この材料を堆積して、乾燥させ、熱処理し、次いで、もう一方の光活性材料を堆積することが有利である)。順次、堆積するのに適している別の状況は、両方の光活性層の厚さが異なっているときに生じる。

【0068】

図3bの実施形態は、(たとえば、スピンコーティング、ドロップキャスト、またはインクジェット印刷によって)第1の部分21において第1の光活性材料301を堆積すること、次いで、基板をスピンすること(300)によってこの材料を乾燥させて、第1の均一な層310を形成することにある。第2の光活性材料302は、その後、同じやり方で、第2の均一な層320を得るために堆積され、処理され、両方の層は、領域23において接触し、混合される。

【0069】

他の実施形態では、第1の光活性材料および第2の光活性材料を、一方の光活性材料が他方の光活性材料に少なくとも部分的に重なるように配置することが可能である。これにより、オプトエレクトロニック素子において、異なる電気特性が生じ、カラーグラデーシ

10

20

30

40

50

オンを生むことができる。

【0070】

図4 a、図4 b、および図4 cは、本発明の方法によって作製されるオプトエレクトロニック素子の例を表している。図4 aは、2つの異なる光活性材料によってもたらされる2つの異なるカラーを含む太陽電池の側面図を示している。図4 aの例では、第1の光活性材料は、第2の光活性材料に少なくとも部分的に重なっている。そのような重なりに加えて、両方の光活性材料が混合して、第3の光活性材料を形成する領域が見られる場合がある。また、第1の光活性材料301が第2の光活性材料302に、両方の材料が接合する領域において第3の光活性材料を形成せずに接触することも可能である。

【0071】

図4 bの例では、両方の光活性材料は、領域23において接合して、領域23における第1の光活性材料と第2の光活性材料との混合の結果として生じる第3の均一な層330を形成する。

【0072】

図4 cは、本発明の方法を使用して作製される太陽電池の上面から見た1つの例示を与えている。図4 cにおいて示されているように、2つ以上の光活性材料が、オプトエレクトロニック素子1に存在してもよい。図4 cにおいては、第1の均一なカラー層410、第2の均一なカラー層420、第3の均一なカラー層430、および第4の均一なカラー層440が、オプトエレクトロニック素子1の光活性層を構成している。これらのカラーの配置によるパターンは、適切な堆積法を用いて制御され得る。

【0073】

本発明の方法を使用して作製された太陽電池は、それらの活性層にいくつかの光活性材料を含む。結果として、これらの電池の光電特性は、電池に存在する光活性材料のそれぞれの光電特性の値に概ね含まれている範囲に調節され得る。本発明において提示されているものなどの複合太陽電池の光電パラメータは、電池における各光活性材料の相対量によってほとんどが決まる。この量は、典型的には、光活性材料が堆積される各部分の大きさに適合させることによって制御され得る。

【0074】

図5 a、図5 b、図5 cは、両方の光電材料間の比率に応じた、2つの光電材料で作られている太陽電池における3つの光電パラメータの変遷を表すグラフである（光活性材料のうちの一方が占める表面全体の百分率として表されている）。

【0075】

図5 aは、そのような太陽電池における開放電圧の変遷を表している。図5 bは、そのような太陽電池における光電流密度の変遷を表している。図5 cは、そのような太陽電池における変換効率の変遷を表している。両方の光電材料間の比率による光電流密度の変遷は直線状であり、それにより、この所望の値が両方の光活性材料の光電流密度間に含まれている範囲にあるとき、太陽電池が所望の光電流密度を有すると考えることが可能になる。複合太陽電池における光電パラメータについての値の同様の選定は、各光活性材料の量に対するこのパラメータの依存関係の知識に基づいて行うことができる。

【0076】

マルチカラーオプトエレクトロニック素子の光電特性をさらに調整するためには、たとえば、強誘電材料を加えることなど、光電材料に添加物を含んで、素子の開放電圧を上昇させることが可能である。

【0077】

本発明の方法では、マルチカラーオプトエレクトロニック素子の製造を単純になるだけでなく、これらの素子をアレイまたはパネルに組み立てることもより単純になる。

【0078】

図6 aは、従来技術の技法を用いて作製されたマルチカラー太陽パネルを示している。この太陽パネル11は、それらの光活性層にたった1つの光活性材料をそれぞれ有する電池で作られている。これにより、電池1は、固有の形状を有することが必要になり、パネ

10

20

30

40

50

ルにわたる必要以上の電気抵抗の出現を避けるために、同じカラーの電池のみに電氣的に直列に接続されなくてはならない。図 6 a においては、第 1 のタイプの電池 6 1 0、第 2 のタイプの電池 6 2 0、第 3 のタイプの電池 6 3 0、第 4 のタイプの電池 6 4 0、および第 5 のタイプの電池 6 5 0 が表され、各タイプは、固有のカラーに関連付けられる。

【 0 0 7 9 】

本発明の方法を使用すると、図 6 b において示されているように、所望のカラーパターンを有する太陽パネルまたは発光ダイオードアレイを製造することがはるかに容易になる。パネル 1 2 の各電池 2 は、いくつかの光活性材料を含むことができ、電池は、それらの光活性層の組成にかかわらず、直列に接続され得る。図 6 b においては、パネル 1 2 は、第 1 のタイプの光活性材料 6 1 0、第 2 のタイプの光活性材料 6 2 0、第 3 のタイプの光活性材料 6 3 0、第 4 のタイプの光活性材料 6 4 0、および第 5 のタイプの光活性材料 6 5 0 を含み、これらのタイプは、固有のカラーに関連付けられる。

10

【 0 0 8 0 】

本発明は、光起電用途に限定するものではない。上述したように、方法は、発光ダイオード、発光ダイオードアレイ、ナノ結晶または量子ドットベースの素子、ハイブリッド光放出または光吸収素子など、様々な種類のオプトエレクトロニック素子を製造するのに使用され得る。

【 符号の説明 】

【 0 0 8 1 】

1 オプトエレクトロニック素子、電池

20

2 電池

1 0 導電性基板

1 1 太陽パネル

1 2 パネル

2 0 電子抽出層

2 1 第 1 の部分

2 2 第 2 の部分

2 3 領域

3 0 光活性層

4 0 正孔抽出層

30

1 0 1、1 0 4、2 0 1、2 0 4 太線

1 0 2、1 0 5、2 0 2、2 0 5 点線

1 0 3、1 0 6、2 0 3、2 0 6 細線

1 1 0 濃い青色

1 1 1 紫色

1 1 2 赤色

1 1 3 黄色

1 1 4 緑色

1 1 5 明るい青色

3 0 1 第 1 の光活性材料

40

3 0 2 第 2 の光活性材料

3 0 3 第 3 の光活性材料

3 0 0 スピンする

3 1 0 第 1 の均一な層

3 2 0 第 2 の均一な層

3 3 0 第 3 の均一な層

4 1 0 第 1 の均一なカラー層

4 2 0 第 2 の均一なカラー層

4 3 0 第 3 の均一なカラー層

4 4 0 第 4 の均一なカラー層

50

- 6 1 0 第 1 のタイプの電池
- 6 2 0 第 2 のタイプの電池
- 6 3 0 第 3 のタイプの電池
- 6 4 0 第 4 のタイプの電池
- 6 5 0 第 5 のタイプの電池
- J s c 光電流密度
- P C E 変換効率
- V o c 開放電圧

【 図 面 】

【 図 1 a 】

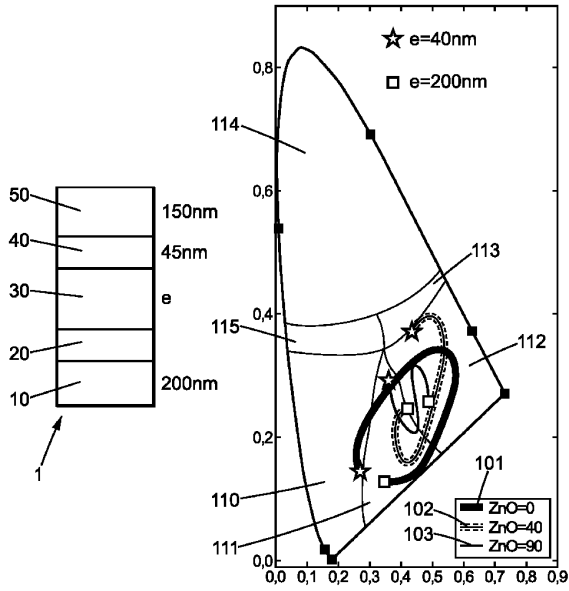


FIG. 1a

【 図 1 b 】

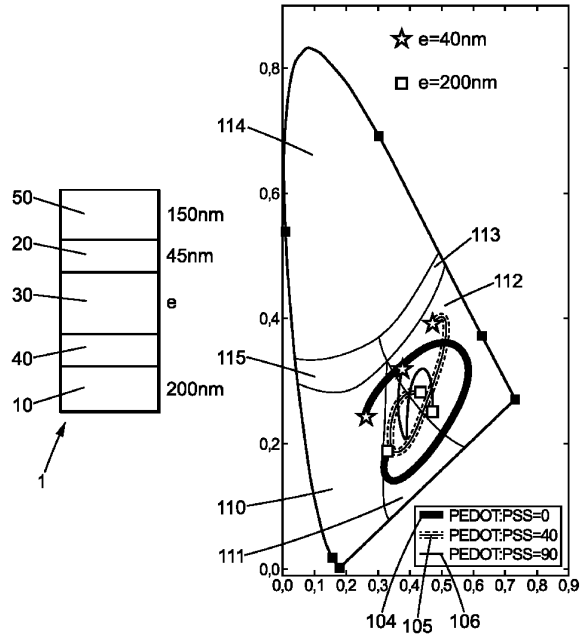


FIG. 1b

10

20

30

40

50

【 図 2 a 】

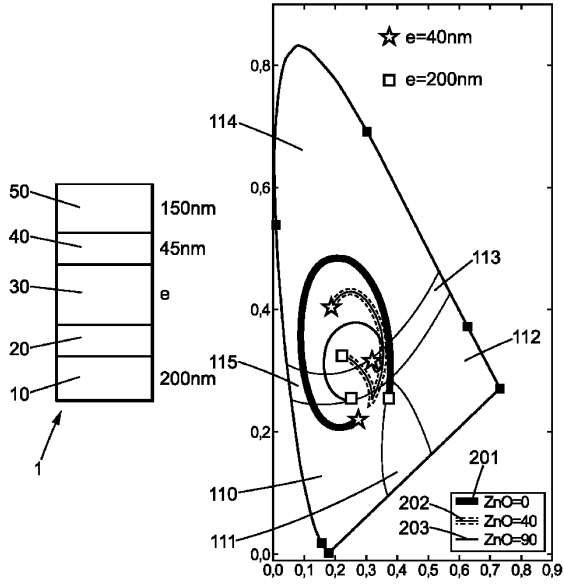


FIG. 2a

【 図 2 b 】

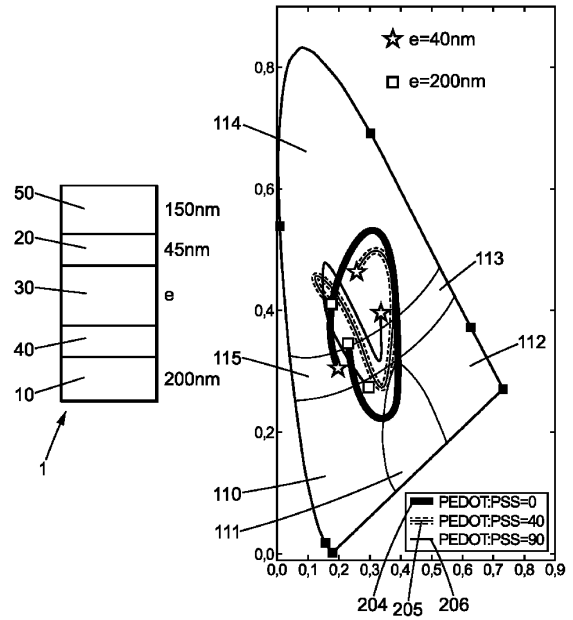


FIG. 2b

10

20

【 図 3 a 】

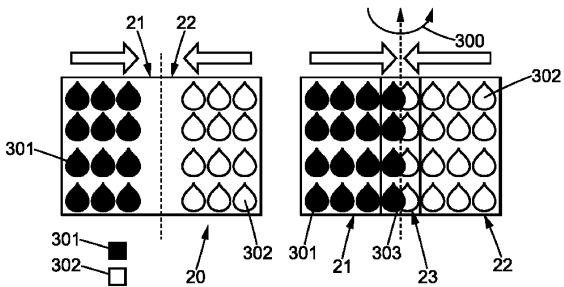


FIG. 3a

【 図 3 b 】

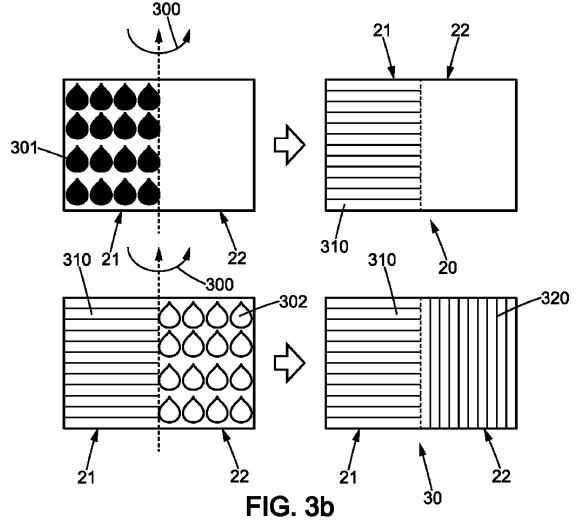


FIG. 3b

30

40

50

【 図 4 a 】

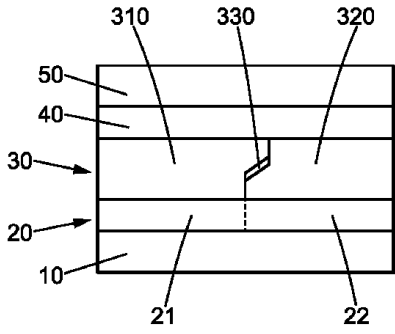


FIG. 4a

【 図 4 b 】

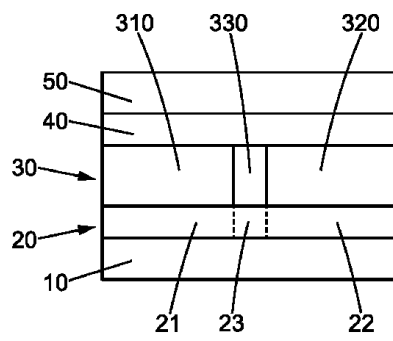


FIG. 4b

【 図 4 c 】

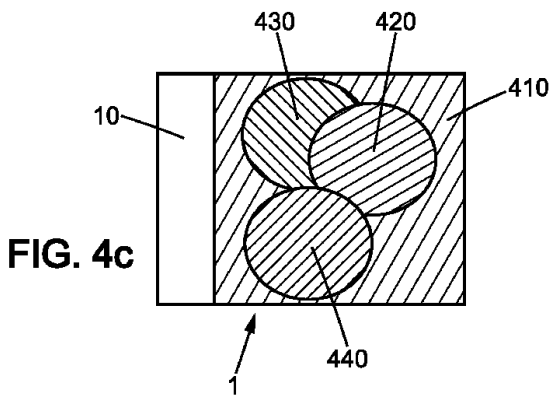


FIG. 4c

【 図 5 a 】

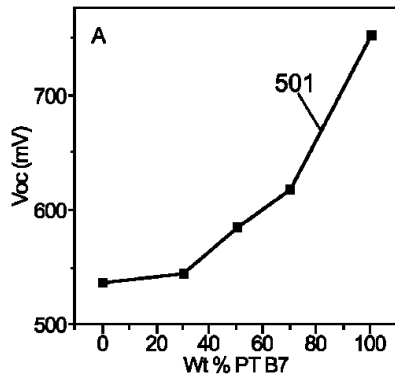


FIG. 5a

【 図 5 b 】

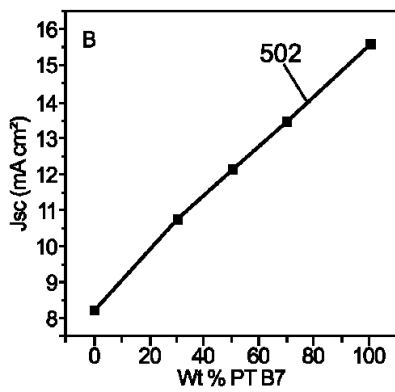


FIG. 5b

【 図 5 c 】

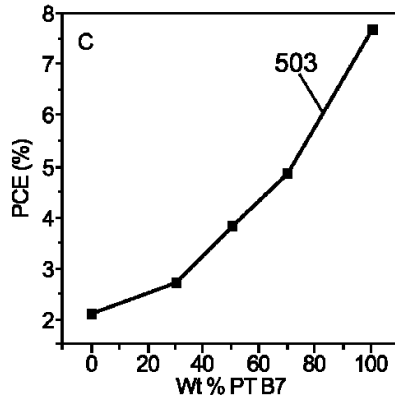


FIG. 5c

10

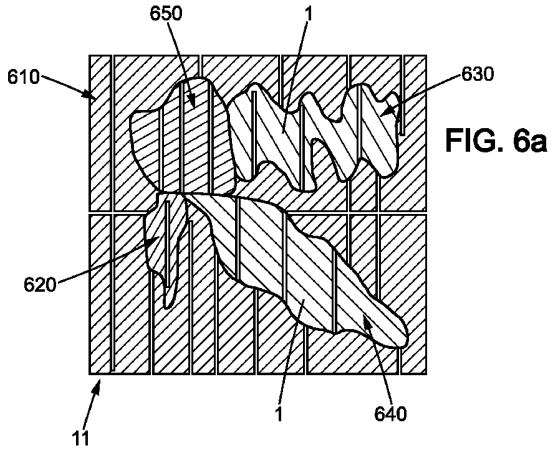
20

30

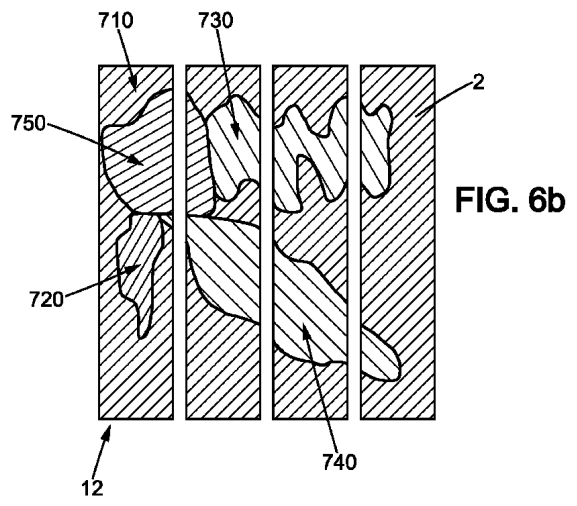
40

50

【 6 a 】



【 6 b 】



10

20

30

40

50

フロントページの続き

F - 1 3 2 8 4 M a r s e i l l e c e d e x 0 7 , F r a n c e

(74)代理人 100108453

弁理士 村山 靖彦

(74)代理人 100110364

弁理士 実広 信哉

(74)代理人 100133400

弁理士 阿部 達彦

(72)発明者 イェルク・アッカーマン

フランス・13008・マルセイユ・リュ・フロラリア・76

(72)発明者 サドク・ベン・ドキル

フランス・13001・マルセイユ・リュ・デュ・ベノワール・17

(72)発明者 オリヴィエ・マルジェ

フランス・13008・マルセイユ・リュ・ドゥ・ブヌドゥッティ・19・レジドンス・ル・フェ
リーブル・アントレ・1

(72)発明者 ダヴィド・デュシェ

フランス・13004・マルセイユ・ブールヴァール・ジョルジュ・クレマンソー・21

(72)発明者 リュドヴィック・エスクーバ

フランス・13013・マルセイユ・リュ・ルイ・ファイエ・1・ロティスモン・レ・アレ・ドゥ・
パラマ・ヴィラ・18

(72)発明者 ジャン - ジャック・シモン

フランス・13124・ペパン・アヴニユ・デ・マルキ・45テル

(72)発明者 クリスティーヌ・ヴィドロ - アッカーマン

フランス・13008・マルセイユ・リュ・フロラリア・76

審査官 原 俊文

(56)参考文献 国際公開第2014/185529(WO, A1)

特表2010-500731(JP, A)

特開2006-179488(JP, A)

特開2001-313172(JP, A)

特表2016-525793(JP, A)

特表2012-510177(JP, A)

特開2012-064480(JP, A)

米国特許出願公開第2015/0179714(US, A1)

中国特許出願公開第104183744(CN, A)

(58)調査した分野 (Int.Cl., DB名)

H01L 31/02 - 31/078

H01L 31/18 - 31/20

H10K 30/00 - 30/89

H10K 39/00 - 39/38

H10K 50/00 - 50/88

H10K 59/00 - 59/95