

(19) 日本国特許庁(JP)

再公表特許(A1)

(11) 国際公開番号
WO2009/084078

発行日 平成23年5月12日 (2011. 5. 12)

(43) 国際公開日 平成21年7月9日 (2009. 7. 9)

(51) Int. Cl.	F 1	テーマコード (参考)
H 0 5 B 33/22 (2006. 01)	H O 5 B 33/22 Z	3 K 1 0 7
H O 1 L 51/50 (2006. 01)	H O 5 B 33/22 D	5 F 1 5 1
H O 1 L 51/42 (2006. 01)	H O 5 B 33/14 A	
	H O 1 L 31/04 D	

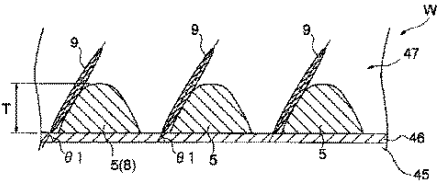
審査請求 有 予備審査請求 未請求 (全 32 頁)

出願番号 特願2009-547822 (P2009-547822)	(71) 出願人 000005016
(21) 国際出願番号 PCT/JP2007/075077	パイオニア株式会社
(22) 国際出願日 平成19年12月27日 (2007. 12. 27)	神奈川県川崎市幸区新小倉 1 番 1 号
(81) 指定国 AP (BW, GH, GM, KE, LS, MW, MZ, NA, SD, SL, SZ, TZ, UG, ZM, ZW) , EA (AM, AZ, BY, KG, KZ, MD, RU, TJ, TM) , EP (AT, BE, BG, CH, CY, CZ, DE, DK, EE, ES, FI, FR, GB, GR, HU, IE , IS, IT, LT, LU, LV, MC, MT, NL, PL, PT, RO, SE, SI, SK, TR) , OA (BF, BJ, CF, CG, CI, CM, GA, GN, GQ, GW, ML, MR, NE, SN, TD, TG) , A E, AG, AL, AM, AO, AT, AU, AZ, BA, BB, BG, BH, BR, BW, BY, BZ, CA, CH, CN, CO, CR, CU, CZ, DE, DK, DM, DO, DZ, EC, EE, EG, ES, FI, GB , GD, GE, GH, GM, GT, HN, HR, HU, ID, IL, IN, IS, JP, KE, KG, KM, K N, KP, KR, KZ, LA, LC, LK, LR, LS, LT, LU, LY, MA, MD, ME, MG, MK, MN, MW, MX, MY, MZ, NA, NG, NI, NO, NZ, OM, PG, PH, PL, PT, RO, RS , RU, SC, SD, SE, SG, SK, SL, SM, SV, SY, TJ, TM, TN, TR, TT, TZ, U A, UG, US, UZ, VC, VN, ZA, ZM, ZW	(74) 代理人 100104503 弁理士 益田 博文
	(72) 発明者 小山田 崇人 埼玉県鶴ヶ島市富士見 6 丁目 1 番 2 号 パイオニア株式会社 総合研究所内
	F ターム (参考) 3K107 AA01 BB01 CC04 CC12 CC21 DD02 DD22 DD44X DD73 DD74 DD78 DD80 DD82 DD84 FF07 FF14 FF15 5F151 AA11 DA07 FA06 GA03

(54) 【発明の名称】有機半導体素子、有機太陽電池及び表示パネル

(57) 【要約】
【課題】第 1 金属電極と第 2 電極との間に印加すべき駆動電圧を低下させること。
【解決手段】第 1 金属電極 4 6 と第 2 電極 5 2 の一対の電極間に、少なくとも、発光層 4 6 と、第 1 金属電極 4 6 からホールを取り出すホール注入層 4 7 と、発光層 4 9 の第 1 金属電極 4 6 側に積層しており、ホール注入層 4 7 によって取り出されたホールを発光層 4 9 に輸送するホール輸送層 4 8 と、発光層 4 9 の第 2 電極 5 2 側に積層しており、第 2 電極 5 2 から電子を取り出して発光層 4 9 に輸送する電子輸送層 5 0 と、を有する有機半導体素子 3 において、第 1 金属電極 4 6 に接するホール注入層 4 7 の表層に沿った不連続な塊であって結晶性分子 9 の向きを制御する結晶制御部材 8 を含む。

〔図 2〕



【特許請求の範囲】**【請求項 1】**

第 1 金属電極と第 2 電極の一对の電極間に、少なくとも、
発光層と、
前記第 1 金属電極からホールを取り出すホール注入層と、
前記発光層の前記第 1 金属電極側に積層しており、前記ホール注入層によって取り出されたホールを前記発光層に供給するホール輸送層と、
前記発光層の前記第 2 電極側に積層しており、前記第 2 電極から電子を取り出して前記発光層に供給する電子注入層と
を有する有機半導体素子において、
前記第 1 金属電極に接する前記ホール注入層の表層に沿った不連続な塊であって結晶性分子の向きを制御する結晶制御部材を含む
ことを特徴とする有機半導体素子。

10

【請求項 2】

請求項 1 記載の有機半導体素子において、
前記結晶制御部材は、前記結晶性分子としての平面状分子及び棒状分子の少なくとも一方の結晶の向きを制御することを特徴とする有機半導体素子。

【請求項 3】

請求項 1 又は請求項 2 記載の有機半導体素子において、
前記結晶制御部材は、前記ホール注入層の表層に凹凸形状を形成するために混入された凝集物であることを特徴とする有機半導体素子。

20

【請求項 4】

請求項 3 記載の有機半導体素子において、
前記結晶制御部材は、前記ホール注入層を構成する材質の分子とは異なる凝集分子であることを特徴とする有機半導体素子。

【請求項 5】

請求項 4 記載の有機半導体素子において、
前記凝集分子として MoO_3 が混入されていることを特徴とする有機半導体素子。

【請求項 6】

請求項 4 記載の有機半導体素子において、
前記凝集分子として C_{60} が混入されていることを特徴とする有機半導体素子。

30

【請求項 7】

請求項 4 記載の有機半導体素子において、
前記凝集分子として Alq_3 が混入されていることを特徴とする有機半導体素子。

【請求項 8】

請求項 5 乃至請求項 7 のいずれか記載の有機半導体素子において、
前記第 1 金属電極は、金、銀又は銅を含有することを特徴とする有機半導体素子。

【請求項 9】

請求項 8 記載の有機半導体素子において、
前記ホール注入層は CuPc を含有することを特徴とする有機半導体素子。

40

【請求項 10】

請求項 8 記載の有機半導体素子において、
前記ホール注入層はペンタセンを含有することを特徴とする有機半導体素子。

【請求項 11】

請求項 4 記載の有機半導体素子において、
前記凝集分子は、有機系材料、フッ化物系材料、金属酸化物、気体性分子、自己組織化膜、金属、酸化物ナノコロイドのいずれかであることを特徴とする有機半導体素子。

【請求項 12】

請求項 4 記載の有機半導体素子において、
下層から、前記第 1 金属電極、前記ホール注入層、前記ホール輸送層、前記発光層、前

50

記電子注入層及び前記第2電極の順で積層する基板を有し、

前記凝集分子は、前記基板に対して1度以上90度以下の配向性を有することを特徴とする有機半導体素子。

【請求項13】

請求項1記載の有機半導体素子において、

前記不連続な塊は、前記第1金属電極の表面を覆っている割合としての被覆率が1%以上100%未満の薄膜であることを特徴とする有機半導体素子。

【請求項14】

請求項1記載の有機半導体素子において、

前記不連続な塊は、凹凸形状を有する構造物であることを特徴とする有機半導体素子。 10

【請求項15】

請求項14記載の有機半導体素子において、

前記構造物は、ナノパターン構造又はハニカム構造を採用していることを特徴とする有機半導体素子。

【請求項16】

請求項1記載の有機半導体素子において、

前記発光層は、前記第1金属電極と前記第2電極との間の印加電圧に応じた電界により可視光を出力することを特徴とする有機半導体素子。

【請求項17】

第1金属電極と第2電極の一对の電極間に、少なくとも、 20

光を吸収するP型材料とN型材料との境界面で生じた励起子をホール及び電荷に分離する光電変換層と、

前記光電変換層の前記第2電極側に積層しており、前記光電変換層から前記電荷を取り出して前記第2電極に輸送する電子輸送層と

を有する有機太陽電池において、

前記第1金属電極に接する前記光電変換層の表層に沿った不連続な塊であって結晶性分子の向きを制御する結晶制御部材を含むことを特徴とする有機太陽電池。

【請求項18】

第1金属電極と第2電極の一对の電極間に、少なくとも、 30

発光層と、

前記第1金属電極からホールを取り出すホール注入層と、

前記発光層の前記第1金属電極側に積層しており、前記ホール注入層によって取り出されたホールを前記発光層に供給するホール輸送層と、

前記発光層の前記第2電極側に積層しており、前記第2電極から電子を取り出して前記発光層に供給する電子注入層と

を備える有機半導体素子を有する表示パネルにおいて、

前記第1金属電極に接する前記ホール注入層の表層に沿った不連続な塊であって結晶性分子の向きを制御する結晶制御部材を含む有機半導体素子を有することを特徴とする表示パネル。 40

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、一对の電極の間に与えた印加電圧に応じて発光層を発光させる有機半導体素子などに関する。

【背景技術】

【0002】

近年フラットディスプレイの開発が盛んに行われている。このようなフラットディスプレイにおいては、有機エレクトロルミネッセンス素子などの有機半導体素子を用いた表示装置が実用化に至っている。近年の有機半導体素子においては、従来から用いられている 50

ITO (Indium Tin Oxide) などの透明電極に加えて、その他にも様々な材質を用いることが検討されている。

【0003】

例えば公知の有機半導体素子においては、基板上に形成した金を材質とする電極にフラーレン (C₆₀) とフタロシアニン (CuPc) の層を積層し、電極からホールを取り出し易くしてより多くのホールを発光層に注入することで、陽極と陰極との間に印加すべき駆動電圧を低電圧化する技術が存在していた。

【0004】

【特許文献1】 The Journal of Vacuum Science and Technology A (Jul/Aug 2000)

10

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

上記従来技術の構成では、ある程度駆動電圧を下げることに寄与しているものの、ホール輸送層が陽極からさらに効率よく多くのホールを取り出して、従来よりも低い駆動電圧でも有機半導体素子が動作できることが望まれていた。

【0006】

本発明が解決しようとする課題には、上記した問題が一例として挙げられる。

【課題を解決するための手段】

【0007】

20

上記課題を解決するために、請求項1記載の発明は、第1金属電極と第2電極の一对の電極間に、少なくとも、発光層と、前記第1金属電極からホールを取り出すホール注入層と、前記発光層の前記第1金属電極側に積層しており、前記ホール注入層によって取り出されたホールを前記発光層に供給するホール輸送層と、前記発光層の前記第2電極側に積層しており、前記第2電極から電子を取り出して前記発光層に供給する電子注入層とを有する有機半導体素子において、前記第1金属電極に接する前記ホール注入層の表層に沿った不連続な塊であって結晶性分子の向きを制御する結晶制御部材を含む。

【0008】

上記課題を解決するために、請求項17記載の発明は、第1金属電極と第2電極の一对の電極間に、少なくとも、光を吸収するP型材料とN型材料との境界面で生じた励起子をホール及び電荷に分離する光電変換層と、前記光電変換層の前記第2電極側に積層しており、前記光電変換層から前記電荷を取り出して前記第2電極に輸送する電子輸送層とを有する有機太陽電池において、前記第1金属電極に接する前記光電変換層の表層に沿った不連続な塊であって結晶性分子の向きを制御する結晶制御部材を含む。

30

【0009】

上記課題を解決するために、請求項18記載の発明は、第1金属電極と第2電極の一对の電極間に、少なくとも、発光層と、前記第1金属電極からホールを取り出すホール注入層と、前記発光層の前記第1金属電極側に積層しており、前記ホール注入層によって取り出されたホールを前記発光層に輸送するホール輸送層と、前記発光層の前記第2電極側に積層しており、前記第2電極から電子を取り出して前記発光層に供給する電子注入層とを備える有機半導体素子を有する表示パネルにおいて、前記第1金属電極に接する前記ホール注入層の表層に沿った不連続な塊であって結晶性分子の向きを制御する結晶制御部材を含む有機半導体素子を有する。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0010】

以下、本発明の一実施の形態を図面を参照しつつ説明する。

<第1実施形態>

図1は、第1実施形態としての有機半導体素子が表示パネルの有機電界発光素子3に適用された場合の一例を示す部分断面図である。

有機電界発光素子3は有機半導体素子の一例であり、例えば赤色、緑色及び青色に対応

50

させて各々形成される。図示の有機電界発光素子 3 は、1 画素分している。

【0011】

この有機電界発光素子 3 は、ガラス基板 4 5 上に、陽極 4 6、ホール注入層 4 7、ホール輸送層 4 8、発光層 4 9、電子注入層 5 1 及び陰極 5 2 が順次積層された構造となっている。なお、この有機電界発光素子 3 は、発光層 4 9 内に電荷及び励起子を各々閉じ込めるための電荷及び励起子拡散層が積層された構造を採用しても良い。

【0012】

このガラス基板 4 5 は、透明、半透明又は不透明な材質によって構成されている。上記陽極 4 6 は、ガラス基板 4 5 に沿って覆うように形成されている。この陽極 4 6 は、後述する発光層 4 9 に対してホールを供給する機能を有する。陽極 4 6 は、上述した Au 以外にも、例えば Ag、Cu 又は ITO (Indium Tin Oxide) 又は IZO (Indium Zinc Oxide) を材質としても良い。またその他にも陽極 4 6 は、Al、Mo 又は Ti などを採用することができる。本実施形態では、主として陽極 4 6 は Au を材質とした金属電極であるものとする。

【0013】

このホール注入層 4 7 は、この陽極 4 6 からホールを取り出し易くする機能を有する。このホール注入層 4 7 は、例えば CuPc 又はペンタセンを材質とする結晶性分子を有する。この結晶性分子については後述する。上記ホール輸送層 4 8 は、ホール注入層 4 7 によって陽極 4 6 から取り出されたホールを発光層 4 9 に輸送する機能を有する。このホール輸送層 4 8 は、例えば NPB (アモルファス) を材質としている。

【0014】

このホール輸送層 4 8 は、ホール注入層 4 7 と発光層 4 9 の間に存在しておりこれらホール注入層 4 7 と発光層 4 9 とが隣接しないようにすることで発光層 4 9 による発光の輝度の低下を抑制する機能を有する。これは、発光層 4 9 内で生成されたエネルギー (励起子) が可視域に吸収を持つ (つまりエネルギーギャップが小さい) CuPc を材質とするホール注入層 4 7 にエネルギーが移動しなくなり、輝度が低下しにくくなるためである。これは、ホール注入層 4 7 が Pentacene を材質とする場合も同様である。なおホール注入層 4 7 の結晶性分子 9 であってもエネルギーギャップが大きい場合にはこのような輝度の低下が起こりにくい。ホール輸送層 4 8 は、その材質が例えば NPB であり、この NPB は Alq₃ よりエネルギーギャップが大きいので、輝度の低下を生じさせない。つまり上述したホール輸送層 4 8 は、その材質である NPB がホール移動度を持つホール輸送性の材料として一般的であるが、本実施形態では発光効率向上又は抑止層という機能を発揮する。

【0015】

上記発光層 4 9 は、例えば有機物を材質としており、電界発光現象、つまり、いわゆるエレクトロルミネッセンス (EL: Electroluminescence) 現象を使った発光素子である。この発光層 4 9 は、複数の電極 4 6, 5 2 の間のいずれかに積層されており、印加電圧によって複数の電極 4 6, 5 2 間に生じた電界によって発光する機能を有する。この発光層 4 9 は、その外部から電界を用いて受け取ったエネルギーに基づく光を放出する現象を利用し、自ら光を出力する。

【0016】

本実施形態では、この発光層 4 9 がいわゆる電子輸送層としての機能も有するものとして説明する。ここでいう電子輸送層としての機能は、電子注入層 5 1 によって陰極 5 2 から取り出された電子を効率的に発光層 4 9 に輸送する機能を示している。なお、このように発光層 4 9 が電子輸送層の機能を備えている代わりに、発光層 4 9 とは別体とした電子輸送層が発光層 4 9 と電子注入層 5 1 との間に独立して形成されていても良い。

【0017】

この発光層 4 9 上には電子注入層 5 1 が積層されている。この電子注入層 5 1 は、その陰極 5 2 から電子を取り出し易くする機能を有する。この電子注入層 5 1 上には陰極 5 2 が形成されている。なお、この電子注入層 5 1 はバッファ層や陰極 5 2 としての機能を

含んでいても良い。この有機電界発光素子 3 は、陽極 4 6 と陰極 5 2 との間の印加電圧に応じた電界により発光層 4 9 が可視光を出力する。

【0018】

この有機電界発光素子 3 においては、陽極 4 6 に接するホール注入層 4 7 の表層に沿って結晶制御部材 8 が存在している。本実施形態では、この結晶制御部材 8 の存在により注入率を向上させ、例えば駆動電圧の低電圧化及び長寿命化の少なくとも一方を図ろうとしている。

【0019】

この結晶制御部材 8 は、例えば平面性を有する有機半導体材料の配向性を制御する機能を有する。この結晶制御部材 8 は、陽極 4 6 (第 1 金属電極) に接するホール注入層 4 7 の表層に沿った不連続な塊であって後述する結晶性分子の向きを制御する部材である。 10

【0020】

ここでいう「不連続な塊」は、例えば凹凸形状を有する構造物であっても良い。この結晶制御部材 8 は、このような塊として、一塊の物体のみならず膜であっても良い。つまり、ここでいう「不連続な塊」とは、例えば陽極 4 6 の表面を覆っている割合としての被覆率が 1 % 以上 1 0 0 % 未満の薄膜であっても良い。

【0021】

結晶制御部材 8 は、ホール注入層 4 7 の表層において、その結晶性分子の一例としての平面性の分子及び棒状の分子の少なくとも一方の方向を制御することで、この結晶性分子の配向性を制御する機能を有する。結晶制御部材 8 は、このように結晶性分子の配向性を制御して陽極 4 6 からホールを取り出し易くすることで、陽極 4 6 と陰極 5 2 との間に印加すべき駆動電圧を低くするよう制御することができる。 20

【0022】

図 2 ~ 7 は、それぞれ図 1 に示す特定の範囲 W を拡大した場合の構成例を示す断面図である。なお、図 2 ~ 図 7 に示した層構成においては、説明の都合上、各層は実際とは異なる厚さで図示している。

【0023】

図 2 ~ 図 4 は、結晶制御部材である不連続な塊として断面が山のような形状の凝集物 5 が混入された様子を示しており、図 5 ~ 図 7 は、断面が円形の凝集物 7 が混入された様子を 30

【0024】

まず上述した結晶制御部材 8 は、例えば、ホール注入層 4 7 の表層に凹凸形状を形成するために混入された凝集物 5 である。本実施形態では、このような凝集物 5 として、例えばホール注入層 4 7 を構成する材料の分子とは異なる凝集分子を採用している。このようなホール注入層 4 7 を構成する材料としては、ペンタセンなどのホール注入材を例示することができる。一方、この凝集分子としては、例えばモリブデン酸化物 (MoO_3)、 C_{60} (フラーレン)、 Alq_3 のいずれかを択一的に選択することができる。

【0025】

つまりホール注入層 4 7 には、凝集分子として MoO_3 (モリブデン酸化物) が混入されていたり、その代わりに C_{60} (フラーレン) が混入されていたり、さらにその代わりに凝集分子として Alq_3 が混入されていてもよい。 40

【0026】

図 2 では平面状又は棒状の結晶性分子 9 が、陽極 4 6 に面したホール注入層 4 7 の表層において陽極 4 6 に沿って配列している。各結晶性分子 9 は凝集物 5 によって基板 4 5 に対して配向角 θ_1 となるよう配向性が制御されている。つまり各結晶性分子 9 は結晶性が制御されている。このように配向制御された結晶性分子 9 は、基板 4 5 に対して 1 度以上 9 0 度以下の配向性を有する。

【0027】

凝集物 5 は、全体としてみれば不連続な膜状であり、その厚さ T 程度の厚みを有する。その厚さ T は、例えば 0.1 nm から 10 nm 程度である。この凝集物 5 は、凝集分子を 50

混入する際、例えばその分子サイズ、凝集力、第1金属電極46の表面との親和力、被覆率などの少なくとも1つの条件に応じて、その形状が変化する。ここでいう分子サイズは、例えば0.1 nm (1 Å) 以上である。また、このように配向制御される有機半導体材料は、分子同士の間隔が、例えば0.1 [nm] (1 Å) 程度と短く、揃っている結晶性を有する材料を採用することができる。

【0028】

また凝集分子は、例えば分子サイズの小さな材料であっても自己凝集することで、被覆率が1%以上100%未満の構造を形成することができる。このように凝集分子による第1金属電極46の被覆率が100%未満であると、凝集分子が第1金属電極46の全面を覆ってしまい、第1金属電極46と電子輸送層50との間の電気接点を残し、電流の流れを確保することができる。

【0029】

また、第1金属電極46の表面との親和力は、その第1金属電極46の表面が親和性である場合、凝集分子と第1金属電極46とが共に親和性同士であると濡れ性が良くなるため、凝集分子が第1金属電極46と馴染み易くなり平滑化する。一方、凝集分子と第1金属電極46とが、親和性と疎水性であれば濡れ性が悪く、被覆率が1%以上100%未満の膜構造を形成しやすくなる。

【0030】

図3でも同様に結晶性分子9が陽極46に沿って配列しているが、混入された凝集物5が小さいことから、配向角 θ_1 が図2とは異なり小さくなっている。また図4でも同様に結晶性分子9が陽極46に沿って配列しているが、混入された凝集物5がさらに小さいことから、配向角 θ_1 が図3とも異なりさらに小さくなっている。

【0031】

図5では平面状又は棒状の結晶性分子9が、陽極46に面したホール注入層47の表層において陽極46に沿って配列している。各結晶性分子9は、断面がほぼ円形である凝集物5によって基板45に対して配向角 θ_1 となるよう配向性が制御されている。つまり各結晶性分子9は結晶性が制御されている。

【0032】

図6でも同様に結晶性分子9が陽極46に沿って配列しているが、混入された凝集物5が小さいことから、配向角 θ_1 が図5とは異なり小さくなっている。また図7でも同様に結晶性分子9が陽極46に沿って配列しているが、混入された凝集物5がさらに小さいことから、配向角 θ_1 が図6とも異なりさらに小さくなっている。

【0033】

表示パネルに内蔵された有機電界発光素子3は以上のような一構成例であり、次に図1～図7を参照しつつ有機電界発光素子3の駆動電圧の検証結果の一例について説明する。

【0034】

< X線回折による配向性制御の検証 >

図8～図10は、それぞれ、X線回折による配向性制御の検証結果の一例を示している。なお横軸は、X線入射角 $2\theta/\omega$ [deg] を示しており、縦軸は強度 (Intensity) [counts] を示している。これらの図においては、ピークが生じている部分のX線入射角 $2\theta/\omega$ [deg] において配向が望ましく制御されていることを表している。なお本実施形態では、基板が上述したガラス基板45であると例示するが、例えばSiを材質としても良い。

【0035】

< 結晶性分子9がCuPcを含有する場合 >

図8に示す配向制御特性F10においては、ガラス基板45上に形成した陽極46としてAu (金)、CuPc、ホール輸送層48としてNPBを材質とした場合を表している。なお、これらホール輸送層48など以外の層構成の材質については上述した内容と同様であるので、この配向性制御の検証においては説明を省略する。この配向制御特性F10は、本実施形態の優位性を説明するために公知の層構成を採用した場合における配向特性

を表しており、いずれにもピークが現れていない。

【0036】

一方、配向制御特性F11においては、ガラス基板45上に形成した陽極46としてAu（金）、結晶制御部材8の凝集分子7及び結晶性分子9として各々C₆₀及びCuPc、ホール輸送層48としてNPBを材質とした場合を表している。なお、このホール輸送層48以降の層構成の材質については、上述した内容と同様であるので、この検証においては説明を省略する。この配向制御特性F11は、本実施形態における結晶制御部材8の層構成を採用した場合を表している。この配向制御特性F11では、X線入射角 $2\theta/\omega$ が約6.84 [deg]である場合にピークが現れている。このとき、この結晶制御部材8の結晶性分子9がガラス基板45に対して垂直方向に立ち上がった態様となり、結晶性分子9の配向性が良好に制御されていることを表している。

【0037】

また図9に示す配向制御特性F12においては、陽極46としてAu（金）、結晶制御部材8の凝集分子7及び結晶性分子9として各々MoO₃及びCuPc、ホール輸送層48としてNPBを材質とした場合を表している。この配向制御特性F12は、本実施形態における結晶制御部材8の層構成を採用した場合を表している。この配向制御特性F12では、X線入射角 $2\theta/\omega$ が約6.8 [deg]である場合にピークが現れている。このとき、この結晶制御部材8の結晶性分子9がガラス基板45に対して垂直方向に立ち上がった態様となり、結晶性分子9の配向性が良好に制御されていることを表している。

【0038】

また図9に示す配向制御特性F13においては、陽極46としてAu（金）、結晶制御部材8の凝集分子7及び結晶性分子9として各々Alq₃及びCuPc、ホール輸送層48としてNPBを材質とした場合を表している。この配向制御特性F13は、本実施形態における結晶制御部材8の層構成を採用した場合を表している。この配向制御特性F13では、X線入射角 $2\theta/\omega$ が約6.8 [deg]である場合にピークが現れている。このとき、この結晶制御部材8の結晶性分子9がガラス基板45に対して垂直方向に立ち上がった態様となり、結晶性分子9の配向性が良好に制御されていることを表している。

【0039】

＜結晶性分子9がPentaceneを含有する場合＞

図10に示す配向制御特性F20においては、陽極46としてAu（金）、Pentacene、ホール輸送層48としてNPBを材質とする場合を表している。この配向制御特性F20は、本実施形態の優位性を説明するために公知の層構成を採用した場合における配向特性を表しており、いずれにもピークが現れていない。

【0040】

一方、配向制御特性F21においては、陽極46としてAu（金）、結晶制御部材8の凝集分子7及び結晶性分子9として各々C₆₀及びPentacene、ホール輸送層48としてNPBを材質としている。この配向制御特性F21は、本実施形態における結晶制御部材8の層構成を採用した場合を表している。この配向制御特性F21は、X線入射角 $2\theta/\omega$ が約6.84 [deg]である場合にピークが現れている。このとき、この結晶制御部材8の結晶性分子9がガラス基板45に対して垂直方向に立ち上がった態様となり、結晶性分子9の配向性が良好に制御されていることを表している。

【0041】

また図10に示す配向制御特性F22においては、陽極46としてAu（金）、結晶制御部材8の凝集分子7及び結晶性分子9として各々MoO₃及びPentacene、ホール輸送層48としてNPBを材質とした場合を表している。この配向制御特性F22は、本実施形態における結晶制御部材8の層構成を表している。この配向制御特性F22は、X線入射角 $2\theta/\omega$ が約6.8 [deg]である場合にピークが現れている。このとき、この結晶制御部材8の結晶性分子9がガラス基板45に対して垂直方向に立ち上がった態様となり、結晶性分子9の配向性が良好に制御されていることを表している。

【0042】

10

20

30

40

50

また図10に示す配向制御特性F23においては、陽極46としてAu（金）、結晶制御部材8の異種分子7及び結晶性分子9として各々Alq₃及びPentacene、ホール輸送層48としてNPBを材質とした場合を表している。この配向制御特性F23は、本実施形態における結晶制御部材8の層構成を採用した場合を表している。この配向制御特性F23は、X線入射角 $2\theta/\omega$ が約6.8 [deg]である場合にピークが現れている。このとき、この結晶制御部材8の結晶性分子9がガラス基板45に対して垂直方向に立ち上がった態様となり、結晶性分子9の配向性が良好に制御されていることを表している。

【0043】

<駆動電圧の検証>

10

図11及び図12は、それぞれ有機電界発光素子3の駆動電圧の検証結果の一例を表す図である。図11及び図12では、結晶性分子9の材質としてそれぞれフタロシアニン（CuPc）及びペンタセン（Pentacene）を例示している。

【0044】

この検証では、後述する検証条件の下、結晶性分子9の材質と凝集分子の材質との組み合わせに応じて駆動電圧がどのように変化するかを検証している。

【0045】

上述のように結晶性分子9の材質には、フタロシアニン（CuPc）及びペンタセンを例示する一方、凝集物5, 7の一例としての凝集分子が、（1）存在しない場合、（2）モリブデン酸化物（MoO₃）である場合、（3）フラーレン（C₆₀）である場合、（4）Alq₃である場合を例示している。

20

【0046】

<検証条件>

この検証では、各層の膜厚が次のように例示されている。

まず陽極46（第1金属電極）の膜厚は1nm～40nmの範囲であり、ここでは20nmと例示している。配向制御部材の凝集分子7及び結晶性分子9の厚みは3nmであり、結晶性分子9の膜厚は15nmであり、ホール輸送層48の膜厚は35nmであり、発光層49の膜厚は60nmである。また電子注入層51の膜厚は1nmであり、陰極52（第2電極）の膜厚は80nmである。なお電流密度は、例えば7.5 [mA/cm²]であり、発光層49の輝度は各々の検証において同程度としている。

30

【0047】

図11及び図12に示す検証結果では、各層の材質として、陽極46（Anode）に金（Au）を、結晶性分子9にフタロシアニン（CuPc）等を、発光層49にAlq₃を、電子注入層51にLiO₂を、陰極52（Cathode）にアルミニウム（Al）を採用している。

【0048】

図11に示す検証結果によれば、有機電界発光素子3の駆動電圧は次のようになっている。

（1）凝集分子が存在しない場合には、有機電界発光素子3の駆動電圧は13.8 [V]となっている。以下、この駆動電圧を「参考駆動電圧」と呼ぶ。これに対して、（2）凝集分子の材質がモリブデン酸化物（MoO₃）である場合には、有機電界発光素子3の駆動電圧は5.7 [V]となっている。（3）凝集分子の材質がフラーレン（C₆₀）である場合には、有機電界発光素子3の駆動電圧は5.8 [V]となっている。（4）凝集分子の材質がAlq₃である場合には、有機電界発光素子3の駆動電圧は10.1 [V]となっている。

40

【0049】

従って凝集分子の材質としてAlq₃を用いた場合における駆動電圧は、上述した参考駆動電圧よりも低くなり、有機電界発光素子3は全体として発光効率が高くなる。また凝集分子の材質としてフラーレン（C₆₀）を用いた場合における駆動電圧は、凝集分子の材質としてAlq₃を用いた場合における駆動電圧よりも大幅に低くなる。さらに凝集分

50

子の材質としてモリブデン酸化物 (MoO_3) を用いた場合における駆動電圧は、凝集分子の材質としてフラーレン (C_{60}) を用いた場合における駆動電圧よりも低くなる。

【0050】

従って有機電界発光素子3は、凝集分子の材質として Alq_3 、フラーレン (C_{60})、モリブデン酸化物 (MoO_3) の順に駆動電圧が低下することを表している。

【0051】

なお、陽極46が銀 (Ag) である点を除いて図11に示す条件と同一の条件において、凝集分子として C_{60} を例示した場合には、駆動電圧が5.6 [V] となる。

【0052】

ここで輝度についても簡単に説明する。図11に示す検証結果によれば、有機電界発光素子3の輝度は次のようになっている。 10

(1) 凝集分子が存在しない場合には、有機電界発光素子3の輝度は $270 [\text{cd}/\text{m}^2]$ となっている。(2) 凝集分子の材質がモリブデン酸化物 (MoO_3) である場合には、有機電界発光素子3の輝度は $339 [\text{cd}/\text{m}^2]$ となっている。(3) 凝集分子の材質がフラーレン (C_{60}) である場合には、有機電界発光素子3の輝度は $334 [\text{cd}/\text{m}^2]$ となっている。(4) 凝集分子の材質が Alq_3 である場合には、有機電界発光素子3の輝度は $385 [\text{cd}/\text{m}^2]$ となっている。

【0053】

一方、図12に示す検証結果によれば、有機電界発光素子3の駆動電圧は次のようになっている。 20

(1) 凝集分子が存在しない場合には、有機電界発光素子3の駆動電圧は9.1 [V] となっている。以下、この駆動電圧を「参考駆動電圧」と呼ぶ。この参考駆動電圧に対して、(2) 凝集分子の材質がモリブデン酸化物 (MoO_3) である場合には、有機電界発光素子3の駆動電圧は3.9 [V] となっている。(3) 凝集分子の材質がフラーレン (C_{60}) である場合には、有機電界発光素子3の駆動電圧は4.4 [V] となっている。(4) 凝集分子の材質が Alq_3 である場合には、有機電界発光素子3の駆動電圧は9.4 [V] となっている。

【0054】

従って凝集分子の材質としてフラーレン (C_{60}) を用いた場合における駆動電圧は、凝集分子の材質として Alq_3 を用いた場合における駆動電圧よりも大幅に低くなる。さらに凝集分子の材質としてモリブデン酸化物 (MoO_3) を用いた場合における駆動電圧は、凝集分子の材質としてフラーレン (C_{60}) を用いた場合における駆動電圧よりも低くなる。 30

【0055】

従って有機電界発光素子3は、凝集分子の材質として Alq_3 、フラーレン (C_{60})、モリブデン酸化物 (MoO_3) の順に駆動電圧が低下することを表している。

【0056】

ここで輝度についても簡単に説明する。図12に示す検証結果によれば、有機電界発光素子3の輝度は次のようになっている。

(1) 凝集分子が存在しない場合には、有機電界発光素子3の輝度は $50 [\text{cd}/\text{m}^2]$ となっている。(2) 凝集分子の材質がモリブデン酸化物 (MoO_3) である場合には、有機電界発光素子3の輝度は $241 [\text{cd}/\text{m}^2]$ となっている。(3) 凝集分子の材質がフラーレン (C_{60}) である場合には、有機電界発光素子3の輝度は $265 [\text{cd}/\text{m}^2]$ となっている。(4) 凝集分子の材質が Alq_3 である場合には、有機電界発光素子3の輝度は $371 [\text{cd}/\text{m}^2]$ となっている。 40

【0057】

<表面荒さの検証>

図13は、ガラス基板45上の陽極46又はその陽極46上に各凝集分子が存在する場合における表面荒さ(ラフネス) R_a の検証例を示す図である。なお図13においてはガラス基板45を省略している。この検証例では、陽極46が金を材質とする20 [nm] 50

の膜厚であるものとし、各凝集分子の厚みを3 [nm]としている。

【0058】

まず(1)陽極46上に凝集分子が存在しない場合には、その陽極46の表面荒さRaは2.6 [nm]となっている。以下、この表面荒さを「参考表面荒さ」と呼ぶ。この参考表面荒さに対して、(2)陽極46上の凝集分子の材質がモリブデン酸化物(MoO_3)である場合には、その表面荒さRaは9.3 [nm]となっている。(3)陽極46上の凝集分子の材質がフラーレン(C_{60})である場合には、その表面荒さRaは6.5 [nm]となっている。(4)陽極46上の凝集分子の材質がAlq₃である場合には、その表面荒さRaは3.5 [nm]となっている。

【0059】

陽極46上の凝集分子の材料の種類に応じて表面形状が異なり、どの材料の種類も、Au表面のグレインサイズより小さい。3 nm程度の厚みの凝集分子の挿入によって1.3~3.6倍程度、表面荒さRaが増している。混入された凝集分子に応じて生じたこれらの表面荒さRaを参照すると、有機電界発光素子3の駆動電圧は、その表面荒さRaに反比例している。つまり有機電界発光素子3においては、凝集分子を混入したことによって生じた表面荒さRaが大きい程、駆動電圧の低下に寄与していることがわかる。

【0060】

上記実施形態における有機半導体素子3においては、第1金属電極46(陽極)と第2電極52(陰極)の一对の電極間に、少なくとも、発光層49と、第1金属電極46からホールを取り出すホール注入層47と、発光層49の第1金属電極46側に積層しており、ホール注入層47によって取り出されたホールを発光層49に輸送するホール輸送層48と、発光層49の第2電極52側に積層しており、前記第2電極から電子を取り出して前記発光層に供給する電子注入層51とを有する有機半導体素子3において、第1金属電極46に接するホール注入層47の表層に沿った不連続な塊であって結晶性分子9の向きを制御する結晶制御部材8(凝集物、凝集分子)を含む。

【0061】

このようにすると、結晶制御部材8(5, 7)は、第1金属電極46との接触面に沿ったホール注入層47の表層が凹凸形状となり、その表層の表面荒さ(ラフネス)に従って配向性が制御される。このため、ホールを第1金属電極46から取り出してホール注入層47に移動させ易くなり、有機半導体素子3は全体として従来よりも駆動電圧を低電圧化することができる。また、このような有機半導体素子3は、低い駆動電圧で作動するため、素子自体への負担が軽減され、結果的に素子の寿命が従来よりも延びる。

【0062】

上記実施形態における有機半導体素子3においては、上述した構成に加えてさらに、結晶制御部材8は、結晶性分子9としての平面状分子及び棒状分子の少なくとも一方の結晶の向きを制御する。

【0063】

このようにすると、結晶制御部材8において平面状分子又は棒状分子の少なくとも一方の配向性が制御され、駆動電圧を抑制することができる。

【0064】

上記実施形態における有機半導体素子3においては、上述した構成に加えてさらに、結晶制御部材8は、ホール注入層47の表層に凹凸形状を形成するために混入された凝集物5, 7である。

【0065】

このようにすると、結晶制御部材5, 7は、混入された凝集物5, 7に応じて第1金属電極46とホール注入層47との表面荒さが調整され、結晶性分子9の配向性が制御され、駆動電圧を低下させることができる。

【0066】

上記実施形態における有機半導体素子3においては、上述した構成に加えてさらに、結晶制御部材8は、ホール注入層47を構成する材料の分子とは異なる凝集分子である。

【0067】

このようにすると、結晶制御部材5, 7は、混入された凝集分子に応じて第1金属電極46とホール注入層47との表面荒さが調整されることで、結晶性分子9の配向性が制御され、駆動電圧を低下させることができる。

【0068】

上記実施形態における有機半導体素子3においては、上述した構成に加えてさらに、前記凝集分子として MoO_3 （モリブデン酸化物）が混入されている。

【0069】

このように結晶制御部材に MoO_3 が含まれていると、第1金属電極46（陽極）の表層は表面荒さが増し、従来よりも第1金属電極46と第2電極52との間に印加すべき駆動電圧を抑制することができる。また結晶制御部材8が MoO_3 を材質とすると、この MoO_3 の分子のHOMOレベル又はLUMOレベルが、ペンタセンの分子のHOMOレベル又はLUMOレベルと、第1金属電極46の分子のHOMOレベル又はLUMOレベルとに近いため、駆動電圧を抑制することができる。

【0070】

上記実施形態における半導体素子3においては、上述した構成に加えてさらに、前記凝集分子として C_{60} （フラーレン）が混入されている。

【0071】

このように結晶制御部材に C_{60} が含まれていると、第1金属電極46の表層は表面荒さが増し、従来よりも第1金属電極46と第2電極52との間に印加すべき駆動電圧を抑制することができる。また結晶制御部材8が C_{60} を材質とすると、この C_{60} の分子のHOMOレベル又はLUMOレベルが、ペンタセンの分子のHOMOレベル又はLUMOレベルと、第1金属電極46の分子のHOMOレベル又はLUMOレベルとに近いため、駆動電圧を抑制することができる。

【0072】

上記実施形態における半導体素子3においては、前記凝集分子として Alq_3 が混入されている。

【0073】

このように結晶制御部材8に Alq_3 が含まれていると、第1金属電極46との表層は表面荒さが増し、従来よりも第1金属電極46と第2電極52との間に印加すべき駆動電圧を抑制することができる。また結晶制御部材が Alq_3 を材質とすると、この Alq_3 の分子のHOMOレベル又はLUMOレベルが、ペンタセンの分子のHOMOレベル又はLUMOレベルと、第1金属電極46の分子のHOMOレベル又はLUMOレベルとに近いため、駆動電圧を抑制することができる。

【0074】

上記実施形態における有機半導体素子3においては、上述した構成に加えてさらに、前記第1金属電極46は、金、銀又は銅のいずれかである。

【0075】

このようにすると、第1金属電極46に金などを用いると、結晶性分子9の配向性が良好に制御され、駆動電圧を低くすることができる。

【0076】

上記実施形態における有機半導体素子3においては、上述した構成に加えてさらに、前記ホール注入層47は CuPc を含有することを特徴とする。

【0077】

このようにすると、第1金属電極46と第2電極52との間に印加すべき駆動電圧を低電圧化できるとともに、有機半導体素子3の寿命を延ばすことができる。

【0078】

上記実施形態における有機半導体素子3においては、上述した構成に加えてさらに、ホール注入層47はペンタセンを含有することを特徴とする。

【0079】

このようにすると、第1金属電極46と第2電極52との間に印加すべき駆動電圧を低電圧化することができるとともに、有機半導体素子3の寿命を延ばすことができる。

【0080】

上記実施形態における有機半導体素子3においては、上述した構成に加えてさらに、下層から、第1金属電極46、ホール注入層47、ホール輸送層48、発光層49、電子注入層51及び第2電極52の順で積層する基板45を有し、前記凝集分子は、基板45に対して1度以上90度以下の配向性を有する。

【0081】

このようにすると、このような配向性を有する凝集分子が混入されると、第1金属電極46とホール注入層47との注入率が良好となるため、第1金属電極46と第2電極52との間に印加すべき駆動電圧を低電圧化することができる。 10

【0082】

上記実施形態における有機半導体素子3においては、上述した構成に加えてさらに、前記凝集分子は、有機系材料（C₆₀、（フラーレン）、カーボンナノチューブ、Alq₃など）、フッ化物系材料（フッ化リチウムなど）、金属酸化物（例えばMoO_x、WO_x、TiO_x、ZnO_xなど）、気体性分子（酸素など）、自己組織化膜（SAM膜など）、金属、酸化物ナノコロイドのいずれかを採用しても良い。

【0083】

このようにすると、第1金属電極46と第2電極52との間に印加すべき駆動電圧を低電圧化することができるとともに、有機半導体素子3の寿命を延ばすことができる。 20

【0084】

上記実施形態における有機半導体素子3においては、上述した構成に加えてさらに、前記不連続な塊は、第1金属電極46の表面を覆っている割合としての被覆率が1%以上100%未満の薄膜である。

【0085】

このようにすると、第1金属電極46とホール注入層47との電気的な導通を確保しつつ、第1金属電極46と第2電極52との間に印加すべき駆動電圧を低電圧化することができる。

【0086】

上記実施形態における有機半導体素子3においては、上述した構成に加えてさらに、発光層49は、第1金属電極46と第2電極52との間の印加電圧に応じた電界により可視光を出力する。 30

【0087】

このようにすると、結晶制御部材5、7は、第1金属電極46との接触面に沿ったホール注入層47の表層が凹凸形状となり、その表層の表面荒さ（ラフネス）に従って配向性が制御される。このため、ホールを第1金属電極46から取り出してホール注入層47に移動させ易くなり、有機半導体素子3は従来と同程度の可視光を出力する場合でも、全体として従来よりも駆動電圧を低電圧化することができる。また、このような有機半導体素子3は、低い駆動電圧で作動するため、素子自体への負担が軽減され、結果的に素子の寿命が従来よりも延びる。 40

【0088】

上記実施形態における表示パネルにおいては、第1金属電極46（陽極）と第2電極52（陰極）の一对の電極間に、少なくとも、発光層49と、第1金属電極46からホールを取り出すホール注入層47と、発光層49の第1金属電極46（陽極）側に積層しており、ホール注入層47によって取り出されたホールを発光層49に輸送するホール輸送層48と、発光層49の第2電極52側に積層しており、第2電極52から電子を取り出して発光層49に供給する電子注入層51とを備える有機半導体素子3を有する表示パネルにおいて、第1金属電極46に接するホール輸送層48の表面には、ホール注入層47の表層に沿った不連続な塊であって結晶性分子9の向きを制御する結晶制御部材（凝集物、凝集分子）を含む有機半導体素子3を有する。 50

【0089】

このようにすると、結晶制御部材5, 7は、第1金属電極46との接触面に沿ったホール注入層47の表層が凹凸形状となり、その表層の表面荒さ（ラフネス）に従って配向性が制御される。このため、ホールを第1金属電極46から取り出してホール注入層47に移動させ易くなり、表示パネルの有機半導体素子3は全体として従来よりも駆動電圧を低電圧化することができる。またこのような有機半導体素子3は、低い駆動電圧で作動するため、素子自体への負担が軽減され、結果的に素子の寿命が従来よりも延びる。

【0090】

このような有機半導体素子3を内蔵する表示パネルは、各有機半導体素子3の駆動電圧を低電圧化することができるため、全体として消費電力を低減することができる。なお、この表示パネルは、上述した構成に加えてさらに、第1実施形態における有機半導体素子3の各構成を備え、そのような構成である有機半導体素子3が発揮する効果と同様の効果を発揮することができる。

10

【0091】

<第2実施形態>

第2実施形態では、第1実施形態に示した有機半導体素子とほぼ同様の構成を有する太陽電池を例示している。このため第2実施形態では、同一の構成及び動作については第1実施形態における図1乃至図12と同一の符号を用いるとともに、その説明を省略し、以下の説明では異なる点を中心として説明する。

【0092】

第2実施形態における有機太陽電池は、第1実施形態における有機半導体素子3に存在していた発光層49の代わりに、この発光層49と同一の位置に、有機物を材質とする光電変換層が存在している。この光電変換層は、光を吸収するP型材料とN型材料との境界面で生じた励起子をホール及び電荷に分離する機能を有する。

20

【0093】

またこの有機太陽電池は、その基本構造においては、上述した有機半導体素子3に積層されていた上記ホール注入層47、ホール輸送層48及び電子注入層51が存在せず、その代わりに電子輸送層がその光電変換層の陰極52（第2電極）側に積層されている。この電子輸送層は、この光電変換層から電荷を取り出して陰極52に輸送する機能を有する。

30

【0094】

この有機太陽電池は、陽極46（第1金属電極）に接するその光電変換層の表層に沿った不連続な塊であって結晶性分子の向きを制御する結晶制御部材を含んでいる。ここでいう結晶制御部材は、第1実施形態でいう結晶制御部材8と同様の材質及び構成であり、ほぼ同様に注入率を向上する機能を有する。つまりこの結晶制御部材は、例えばC₆₀のような凝集分子を含んでいる。

【0095】

ここで、この有機太陽電池の各層は、陽極46、結晶制御部材、光電変換層のP型材料、光電変換層のN型材料、電子輸送層、陰極52の順に、次のような材質を採用することができる。なお、記号「/」は各層の境界を示している。

40

Au/C₆₀/CuPc/C₆₀/Alq₃/Ag

なおN型材料（バルク）として用いているC₆₀は、上記結晶制御部材とは異なり連続的な膜である。上記光電変換層のN型材料は太陽電池としての機能を有するが、生成されたホールを陽極46へ注入する機能も有する。

【0096】

ここで、上述した光電変換層のP型材料は有機電子供与性材料（又は有機電子供与体層）とも呼ばれる。この有機電子供与体層（「p型層」という場合もある）を構成する有機電子供与体としては、電荷キャリアがホールであることと、p型半導体特性を示す材料であれば、特に限定されるものではない。

【0097】

50

具体的には、この有機電子供与体としては、例えばチオフェンおよびその誘導体を骨格にもつオリゴマーやポリマー、フェニレンビニレンおよびその誘導体を骨格にもつオリゴマーやポリマー、チエニレンビニレンおよびその誘導体を骨格にもつオリゴマーやポリマー、ビニルカルバゾールおよびその誘導体を骨格にもつオリゴマーやポリマー、ピロールおよびその誘導体を骨格に持つオリゴマーやポリマー、アセチレンおよびその誘導体を骨格にもつオリゴマーやポリマー、イソチアナフェンおよびその誘導体を骨格にもつオリゴマーやポリマー、ヘプタジエンおよびその誘導体を骨格にもつオリゴマーやポリマーなどの高分子、無金属フタロシアニン、金属フタロシアニン類およびそれらの誘導体、ジアミン類、フェニルジアミン類およびそれらの誘導体、ペンタセンなどのアセン類およびその誘導体、ポルフィリン、テトラメチルポルフィリン、テトラフェニルポルフィリン、ジアゾテトラベンズポルフィリン、モノアゾテトラベンズポルフィリン、ジアゾテトラベンズポルフィリン、トリアゾテトラベンズポルフィリン、オクタエチルポルフィリン、オクタアルキルチオポルフィラジン、オクタアルキルアミノポルフィラジン、ヘミポルフィラジン、クロロフィルなどの無金属ポルフィリンや金属ポルフィリンおよびその誘導体、シアニン色素、メロシア、ベンゾキノン、ナフトキノンなどのキノン系色素などの低分子が利用され得る。金属フタロシアニンや金属ポルフィリンの中心金属としては、マグネシウム、亜鉛、銅、銀、アルミニウム、珪素、チタン、バナジウム、クロム、マンガン、鉄、コバルト、ニッケル、スズ、白金、鉛などの金属、金属酸化物、金属ハロゲン化合物が用いられる。なお、特に可視域（300 nm～900 nm）に吸収帯が存在する有機材料が望ましい。

10

20

【0098】

一方、上述した光電変換層のN型材料は有機電子受容性材料（有機電子受容体層）とも呼ばれる。この電子受容体層（以下、「n型層」という場合もある）を構成する電子受容体としては、本実施形態では電荷キャリアが電子であること、n型半導体特性を示す材料であれば、特に限定されることはない。

【0099】

具体的には、その有機電子受容層の電子供与体としては、例えばピリジンおよびその誘導体を骨格にもつオリゴマーやポリマー、キノリンおよびその誘導体を骨格にもつオリゴマーやポリマー、ベンゾフェナンスロリン類およびその誘導体によるラダーポリマー、シアノポリフェニレンビニレンなどの高分子、フッ素化無金属フタロシアニン、フッ素化金属フタロシアニン類およびその誘導体、ペリレンおよびその誘導体、ナフタレン誘導体、バソキュプロインおよびその誘導体などの低分子が利用され得る。また、修飾又は未修飾のフラーレン類、カーボンナノチューブ類などを挙げることができる。なお、上述した場合と同様に特に可視域（300 nm～900 nm）に吸収帯が存在する有機材料が望ましい。

30

【0100】

このような有機太陽電池は、その外部から入射した光（以下「外部光」という）が透明な基板45及び陽極46を透過し、光電変換層に到達する。この光電変換層では、例えば太陽光スペクトルに吸収スペクトルを持つ電子供与性材料又は電子受容性材料を用いることにより、太陽光などの光を吸収するようになる。

40

【0101】

例えば電子供与性材料で光が吸収されると、励起子が生成されて電荷分離が起こり、電子とホールを発生させる。このうち電子は電子受容性材料に移動し、陰極52から外部の電気回路を通して陽極46に移動する。この陽極46に移動した電子は、電子供与性材料に発生したホールと結合し、元の状態に戻る。このような電子の移動の繰り返しにより、有機太陽電池は、それら陽極46及び陰極52から電気エネルギーが取り出される。

【0102】

図14及び図15は、有機太陽電池の電圧電流密度特性の一例を表す図である。図14は、第2実施形態としての有機太陽電池の電圧電流密度特性の一例を表しており、図15は、比較対象としての一般的な有機太陽電池の電圧電流密度特性の一例を表している。

50

【0103】

図14及び図15においては、実線が有機太陽電池の周囲が暗い状態を表しており、一点鎖線が有機太陽電池の周囲が明るい状態（照射量 $100\text{ [nW/cm}^2\text{]}$ ）を表している。なお横軸は電圧 $V\text{ [V]}$ を表しており、縦軸は電流密度 $I_d\text{ [mA/cm}^2\text{]}$ を表している。各パラメータは、 $\eta_{isc}=0.40\text{ [%]}$ 、 $V_{oc}=0.45\text{ [V]}$ 、 $J_{sc}:1.65\text{ [mA/cm}^2\text{]}$ 、 $FF:0.53$ としている。

【0104】

<第2実施形態における有機太陽電池の各層の材質及び厚み>

第2実施形態における有機太陽電池においては、基板45上においては陽極46から、例えば $Ag\text{ (15 nm)}/C_{60}\text{ (3 nm)}/CuPc\text{ (40 nm)}/C_{60}\text{ (40 nm)}$ 10
 $/Alq_3\text{ (10 nm)}/Ag\text{ (50 nm)}$ の順で積層されている。なお「/」は各層の区切りを表している。

【0105】

第2実施形態における有機太陽電池は、図14に示すように、上述した周囲が暗い場合（図示したDarkに相当）と明るい場合（図示したLightに相当）との光量差に応じて、図示のような起電力 $V_g\text{ [V]}$ が発生している。このように起電力 $V_g\text{ [V]}$ が発生しているのは、第1実施形態と同様に陽極46とホール輸送層48との間で配向性が制御されているためである。

【0106】

<一般的な有機太陽電池の各層の材質及び厚み>

一般的な有機太陽電池においては、基板45上においては陽極46から、例えば $Ag\text{ (15 nm)}/CuPc\text{ (40 nm)}/C_{60}\text{ (3 nm)}/Alq_3\text{ (10 nm)}/Ag\text{ (50 nm)}$ 20
 $/Ag\text{ (50 nm)}$ の順で積層されている。なお「/」は各層の区切りを表している。

【0107】

一方、一般的な有機太陽電池は、図15に示すように、上述した周囲が暗い場合（図示したDarkに相当）と明るい場合（図示したLightに相当）との光量差が小さく、上述のような起電力 $V_g\text{ [V]}$ が発生していない。起電力 $V_g\text{ [V]}$ が発生しないのは、陽極46とホール輸送層48との間で配向性が制御されないためである。

【0108】

上記第2実施形態における有機太陽電池においては、第1金属電極46（陽極）と第2 30
 電極52（陰極）の一对の電極間に、少なくとも、光を吸収するP型材料とN型材料との境界面で生じた励起子をホール及び電荷に分離する光電変換層と、光電変換層の第2電極52側に積層しており、その光電変換層から電子を取り出して第2電極52に輸送する電子輸送層と、を有する有機太陽電池において、第1金属電極46に接するその光電変換層の表層に沿った不連続な塊であって結晶性分子9の向きを制御する結晶制御部材8（5，7）を含んでいる。

【0109】

このようにすると、結晶制御部材8（5，7）は、その表層の表面荒さ（ラフネス）に従って配向性が制御されているため、光電変換層から電荷を取り出して陰極52に移動させ易くなる。このため、仮に第1金属電極46と第2電極52との間に生ずる電圧が従来よりも高くなり、全体として従来よりも発電効率を向上させることができる。またこのよう 40
 な有機太陽電池は、低い駆動電圧で作動するため、素子自体への負担が軽減され、結果的に素子の寿命が従来よりも延びる。

【0110】

上記実施形態における有機太陽電池においては、発電層49の代わりに光電変換層を備える点を除いて、上述した第1実施形態における有機半導体素子3の各構成とはほぼ同様の構成を備え、それぞれほぼ同様の効果を発揮することができる。

【0111】

なお、本実施形態は、上記に限られず、種々の変形が可能である。以下、そのような変形例を順を追って説明する。 50

【0112】

上記実施形態では、上述した凝集分子として、上述した MoO_3 などの代わりに例えば LiF を採用しても良い。なお結晶性分子9としては、例えば $\alpha\text{-sexithiophene}$ (6T)を使用しても良い。

【0113】

上記実施形態においては、陽極46が透明又は半透明な電極であるとしたが、これに限られず、不透明であってもよい。

【0114】

上記実施形態においては、陽極46が主として金(Au)を材質としているものとして説明しているが、これに限られず、既に説明した銀、銅、ITO又はIZOなどの酸化物半導体の他にも、さらに白金、モリブデン、アルミニウム、無機化合物又はフッ化物のいずれかであっても良い。

【0115】

上記実施形態においては、上述した凝集分子としては、例えば C_{60} (フラーレン)、カーボンナノチューブ、 Alq_3 などの有機系材料、 LiF (フッ化リチウム)などのフッ化物系材料、 MoO_x , WO_x , TiO_x , ZnO_x (xは整数)などの金属酸化物、酸素などの気体性分子、いわゆるSAM膜などの自己組織化膜、金属、酸化物ナノコロイドのいずれかを択一的に選択することができる。

【0116】

上記実施形態における各有機半導体素子3の構成は、有機材料を用いたスイッチ素子、いわゆる有機スイッチ素子にも適用することができる。このような有機スイッチ素子としては、例えば有機トランジスタを挙げることができる。このようにすると、上述した実施形態とほぼ同様の効果を発揮することができる。

【0117】

上記実施形態では、陽極46とホール輸送層48との間における配向性を制御することで駆動電圧を低下させているが、これに限られず、各層の層構成が逆となる点を除き、上記実施形態とほぼ同様の陰極52と電子輸送層50との間における配向性を制御することで駆動電圧を低下させることができる。

【0118】

なお、上記実施形態においては、配向制御される有機半導体は、その材質がアモルファス以外の材質であり、結晶性を有する平面性、棒状などの分子構造を有している。

【0119】

上記実施形態においては、第1金属電極(陽極)46を部分的に覆う凝集分子などの凝集物5は、有機半導体素子3又は有機太陽電池の製造時に最初から被覆率が1%以上100%未満とするように製造しなければならない訳ではなく、例えば最初に平坦な凝集物5が第1金属電極46の全面(被覆率100%)を覆うように製造した後に、例えばエッチングをしたり傷を入れることによって被覆率を100%未満とするようにしても良い。

【0120】

なお、上記実施形態では、第1金属電極46に面するホール注入層47などの表層に凝集分子を混入させるようにしているがこれに限られず、基板45と第1金属電極46との間において同様の構成を採用して配向性を制御しても、上述した実施形態とほぼ同様の効果を上げることができる。

【0121】

上記実施形態における凝集分子は、そのHOMOレベルが、基板45のHOMOレベル又は、配向性が制御される結晶性分子9のHOMOレベルに近い場合に、注入効率が増加する。各材質のHOMOレベルは、Au (5.1 [eV])、CuPC (5.1 [eV])、Pentacene (5.1 [eV])、 MoO_3 (5.3 [eV])、 C_{60} (6.0 [eV])、 Alq_3 (5.9 [eV])、 LiF (>7 [eV])となっている。

【0122】

上記実施形態においては、第1金属電極46との接触面におけるホール注入層47の表

層に凹凸形状を形成しているが、これに限られず、例えばナノオーダーの構造物（パーティクル）が存在している形態であっても良い。この場合、この構造物は、例えばいわゆるナノパターン構造又はハニカム構造を採用することができる。ここでいうナノパターン構造とは、数 nm の大きさのパーティクルが散りばめられて凹凸形状が構成されている様子を示している。

【0123】

上記実施形態における有機半導体素子 3 又は有機太陽電池においては、上述した構成に加えてさらに、前記不連続な塊は凹凸形状を有する構造物であってもよい。

【0124】

このようにすると、このような凹凸形状を有する構造物の存在により、第 1 金属電極 4 6 との接触面におけるホール注入層 4 7 などの表層の表面荒さが増すため、第 1 金属電極 4 6 と第 2 電極 5 2 との間に印加すべき駆動電圧を低電圧化することができる。

【0125】

上記実施形態における有機半導体素子 3 又は有機太陽電池においては、上述した構成に加えてさらに、前記構造物は、ナノパターン構造又はハニカム構造を採用している。

【0126】

このようにすると、このようなナノパターン構造の構造物又はハニカム構造の構造物の存在により、第 1 金属電極 4 6 との接触面におけるホール注入層 4 7 などの表層の表面荒さが増すため、第 1 金属電極 4 6 と第 2 電極 5 2 との間に印加すべき駆動電圧を低電圧化することができる。

【0127】

また、上記実施形態において結晶性が高い分子（つまりアモルファスになりにくい材料の分子）としては、CuPc を含むフタロシアニン誘導体、PTCBI などのペリレン誘導体、Pentacene などの芳香族縮合多環誘導体、 α -6T などのチオフェン誘導体などを挙げることができる。なお、このような結晶性の高い材料としては必ずしも低分子系の材料だけでなく、高分子系の材料、例えば P3HT など採用することができる。

【0128】

また上述した有機半導体素子 3 は、陽極 4 6 と陰極 5 2 とが正電圧下である場合においては外部光の照射により電流変調が可能であるため、センサとしても活用することができる。

【0129】

上記実施形態では、有機半導体素子 3 などが、基板 4 5、陽極 4 6、凝集分子層、ホール注入層 4 7、ホール輸送層 4 8 などの順で積層しているが、これに限られず、次のような積層構造でも良い。ここでいう凝集分子層とは、上記実施形態でいう陽極 4 6 とホール注入層 4 7 との間で配向性が制御される結晶制御部材 8 の部分を表している。

【0130】

以下の積層構造においては、有機半導体素子 3 などの積層構造のうち上述した基板 4 5 からホール注入層 4 7 などの手前までの積層構造のみを、各層の区切りを「/」で表しつつ例示しており、簡素化のため、ホール輸送層 4 8 以降の積層については省略している。

【0131】

積層例 1：基板 4 5 / 凝集分子層 / 金属層（陽極 4 6 に相当）

積層例 2：ナノ凹凸基板（基板 4 5 と凝集分子の機能を兼用、基板 4 5 に相当） / 金属層（陽極 4 6）

積層例 3：基板 4 5 / ナノ凹凸金属層（陽極 4 6 に相当）

積層例 4：基板 4 5 / ナノ構造物 / 金属層（陽極 4 6 に相当）

積層例 5：基板 4 5 / 金属層（陽極 4 6 に相当） / ナノ構造物

【0132】

なお上記実施形態においては、例えば平面状の凝集分子を蒸着により混入させる手法を採用した場合においては、その凝集分子の蒸着スピードを所定の態様で変化させるようにしてもよい。

【0133】

上記実施形態では、結晶制御部材8の厚みTが一例として3 nmであるものとして説明しているが、これに限られず、各層との関係でその他好適な厚みとすることもできる。

【図面の簡単な説明】

【0134】

【図1】第1実施形態における表示パネルの有機電界発光素子を拡大して表した構成例を示す部分断面図である。

【図2】図1に示す特定の範囲を拡大した場合の構成例を示す断面図である。

【図3】図1に示す特定の範囲を拡大した場合の構成例を示す断面図である。

【図4】図1に示す特定の範囲を拡大した場合の構成例を示す断面図である。

10

【図5】図1に示す特定の範囲を拡大した場合の構成例を示す断面図である。

【図6】図1に示す特定の範囲を拡大した場合の構成例を示す断面図である。

【図7】図1に示す特定の範囲を拡大した場合の構成例を示す断面図である。

【図8】X線回折による配向性制御の検証結果の一例を示している。

【図9】X線回折による配向性制御の検証結果の一例を示している。

【図10】X線回折による配向性制御の検証結果の一例を示している。

【図11】有機電界発光素子の駆動電圧の検証結果の一例を表す図である。

【図12】有機電界発光素子の駆動電圧の検証結果の一例を表す図である。

【図13】ガラス基板上の陽極又はその陽極上に各凝集分子が存在する場合における表面荒さの検証例を示す図である。

20

【図14】第2実施形態としての有機太陽電池の電圧電流密度特性の一例を表す図である。

。

【図15】一般的な有機太陽電池の電圧電流密度特性の一例を表す図である。

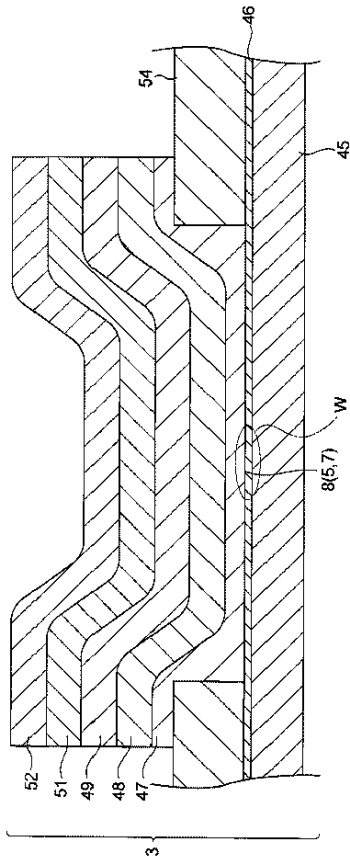
【符号の説明】

【0135】

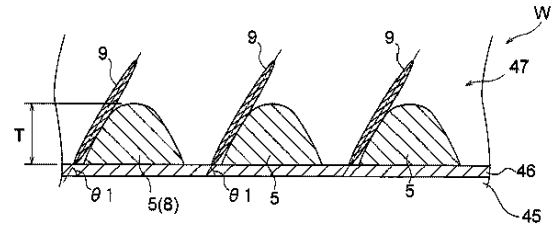
3	有機電界発光素子（有機半導体素子）
5	凝集物（結晶制御部材）
7	凝集物（結晶制御部材）
8	結晶制御部材
9	結晶性分子
46	陽極（第1金属電極）
48	ホール輸送層
49	発光層
50	電子輸送層
52	陰極（第2電極）
θ 1	配向角

30

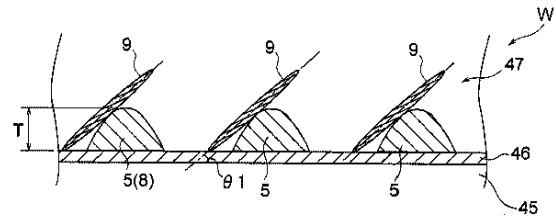
【図 1】



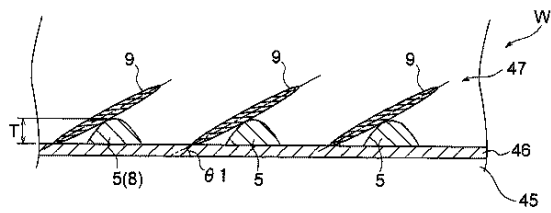
【図 2】



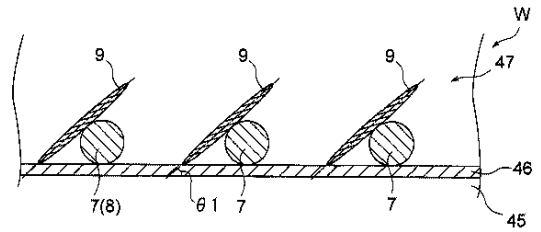
【図 3】



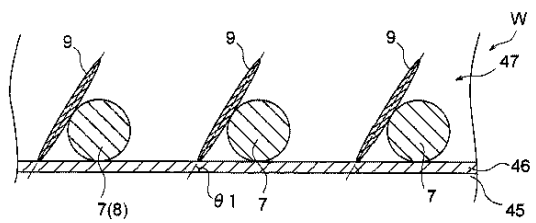
【図 4】



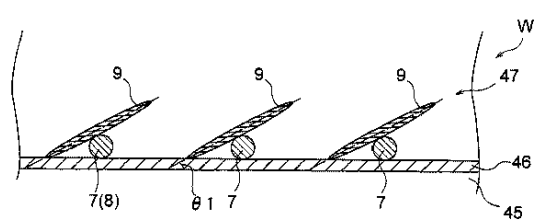
【図 6】



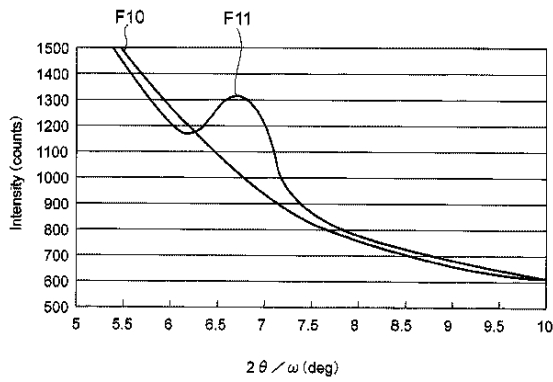
【図 5】



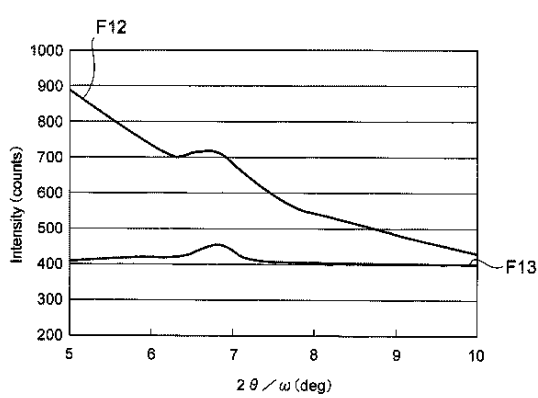
【図 7】



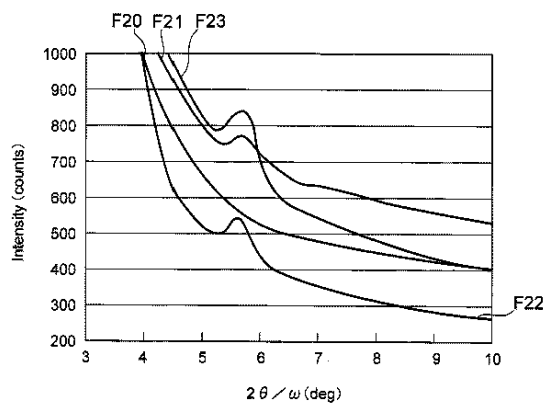
【図 8】



【図 9】



【図 1 0】



【図 1 1】

凝集分子材質		None	MoO ₃	C ₆₀	Alq ₃
陽極	Au		20nm		
凝集分子		0		3nm	
結晶性分子	CuPc		15nm		
ホー儿輸送層	NPB		35nm		
発光層	Alq ₃		60nm		
電子注入層	Li ₂ O		1nm		
陰極	Al		80nm		
駆動電圧		13.8	5.7	5.8	10.1
輝度		270	339	334	385

【図 1 2】

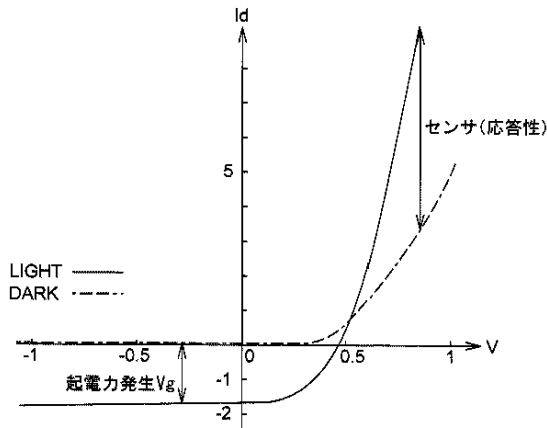
凝集分子材質		None	MoO ₃	C ₆₀	Alq ₃
陰極	Au	20nm		3nm	
凝集分子		0	15nm		
結晶性分子	Pentacene	35nm		60nm	
ホール輸送層	NPB	1nm		80nm	
発光層	Alq ₃				
電子注入層	Li ₂ O				
陰極	Al				
駆動電圧		9.1	3.9	4.4	9.4
輝度		50	241	285	371

【図 1 3】

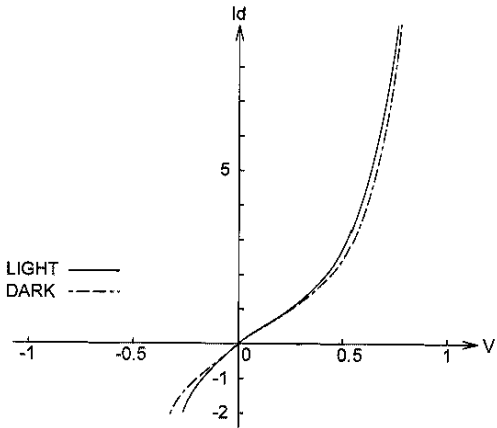
陽極	20nm	Au			
凝集分子	3nm	None	MoO ₃	C ₆₀	Alq ₃
表面荒さ		2.6nm	9.3nm	6.5nm	3.5nm

ガラス基板：省略

【図 1 4】



【図 1 5】



【手続補正書】

【提出日】平成22年5月21日(2010.5.21)

【手続補正1】

【補正対象書類名】特許請求の範囲

【補正対象項目名】全文

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

基板に対し、下層から、第1金属電極、ホール注入層、ホール輸送層、発光層、電子注入層、及び第2電極の順で積層され、

前記ホール注入層は、前記第1金属電極からホールを取り出し、

前記ホール輸送層は、前記ホール注入層によって取り出されたホールを前記発光層に供給し、

前記電子注入層は、前記第2電極から電子を取り出して前記発光層に供給する有機半導体素子において、

前記第1金属電極に接する前記ホール注入層の表層に沿った不連続な塊であって結晶性分子の向きを制御する結晶制御部材を含み、

前記結晶制御部材は、前記ホール注入層を構成する材質の分子とは異なる凝集分子であって、

前記凝集分子は、前記基板に対して1度以上90度以下の配向性を有することを特徴とする有機半導体素子。

【請求項2】

請求項1記載の有機半導体素子において、

前記結晶制御部材は、前記結晶性分子としての平面状分子及び棒状分子の少なくとも一方の結晶の向きを制御することを特徴とする有機半導体素子。

【請求項3】

請求項1記載の有機半導体素子において、

前記凝集分子としてM₂O₃が混入されていることを特徴とする有機半導体素子。

【請求項4】

請求項1記載の有機半導体素子において、

前記凝集分子としてC₆₀が混入されていることを特徴とする有機半導体素子。

【請求項5】

請求項1記載の有機半導体素子において、

前記凝集分子としてAl₂Q₃が混入されていることを特徴とする有機半導体素子。

【請求項6】

請求項3乃至請求項5のいずれか記載の有機半導体素子において、

前記第1金属電極は、金、銀又は銅を含有することを特徴とする有機半導体素子。

【請求項7】

請求項6記載の有機半導体素子において、

前記ホール注入層はCuPcを含有することを特徴とする有機半導体素子。

【請求項8】

請求項6記載の有機半導体素子において、

前記ホール注入層はペンタセンを含有することを特徴とする有機半導体素子。

【請求項9】

請求項1記載の有機半導体素子において、

前記凝集分子は、有機系材料、フッ化物系材料、金属酸化物、気体性分子、自己組織化膜、金属、酸化物ナノコロイドのいずれかであることを特徴とする有機半導体素子。

【請求項10】

請求項1記載の有機半導体素子において、

前記不連続な塊は、前記第1金属電極の表面を覆っている割合としての被覆率が1%以上100%未満の薄膜であることを特徴とする有機半導体素子。

【請求項11】

請求項1記載の有機半導体素子において、

前記不連続な塊は、凹凸形状を有する構造物であることを特徴とする有機半導体素子。

【請求項12】

請求項11記載の有機半導体素子において、

前記構造物は、ナノパターン構造又はハニカム構造を採用していることを特徴とする有機半導体素子。

【請求項13】

請求項1記載の有機半導体素子において、

前記発光層は、前記第1金属電極と前記第2電極との間の印加電圧に応じた電界により可視光を出力することを特徴とする有機半導体素子。

【請求項14】

基板に対し、下層から、第1金属電極、光電変換層、電子輸送層、及び第2電極の順で積層され、

前記光電変換層は、光を吸収するP型材料とN型材料との境界面で生じた励起子をホール及び電荷に分離し、

前記電子輸送層は、前記光電変換層から前記電荷を取り出して前記第2電極に輸送する有機太陽電池において、

前記第1金属電極に接する前記光電変換層の表層に沿った不連続な塊であって結晶性分子の向きを制御する結晶制御部材を含み、

前記結晶制御部材は、前記電子輸送層を構成する材質の分子とは異なる凝集分子であって、

前記凝集分子は、前記基板に対して1度以上90度以下の配向性を有することを特徴とする有機太陽電池。

【請求項15】

基板に対し、下層から、第1金属電極、ホール注入層、ホール輸送層、発光層、電子注入層、及び第2電極の順で積層され、

前記ホール注入層は、前記第1金属電極からホールを取り出し、

前記ホール輸送層は、前記ホール注入層によって取り出されたホールを前記発光層に供給し、

前記電子注入層は、前記第2電極から電子を取り出して前記発光層に供給する有機半導体素子を有する表示パネルにおいて、

前記第1金属電極に接する前記ホール注入層の表層に沿った不連続な塊であって結晶性分子の向きを制御する結晶制御部材を含み、

前記結晶制御部材は、前記ホール注入層を構成する材質の分子とは異なる凝集分子であって、

前記凝集分子は、前記基板に対して1度以上90度以下の配向性を有することを特徴とする表示パネル。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0007

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0007】

上記課題を解決するために、請求項1記載の発明は、基板に対し、下層から、第1金属電極、ホール注入層、ホール輸送層、発光層、電子注入層、及び第2電極の順で積層され、前記ホール注入層は、前記第1金属電極からホールを取り出し、前記ホール輸送層は、

前記ホール注入層によって取り出されたホールを前記発光層に供給し、前記電子注入層は、前記第2電極から電子を取り出して前記発光層に供給する有機半導体素子において、前記第1金属電極に接する前記ホール注入層の表層に沿った不連続な塊であって結晶性分子の向きを制御する結晶制御部材を含み、前記結晶制御部材は、前記ホール注入層を構成する材質の分子とは異なる凝集分子であって、前記凝集分子は、前記基板に対して1度以上90度以下の配向性を有する。

【手続補正3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0008

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0008】

上記課題を解決するために、請求項14記載の発明は、基板に対し、下層から、第1金属電極、光電変換層、電子輸送層、及び第2電極の順で積層され、前記光電変換層は、光を吸収するP型材料とN型材料との境界面で生じた励起子をホール及び電荷に分離し、前記電子輸送層は、前記光電変換層から前記電荷を取り出して前記第2電極に輸送する有機太陽電池において、前記第1金属電極に接する前記光電変換層の表層に沿った不連続な塊であって結晶性分子の向きを制御する結晶制御部材を含み、前記結晶制御部材は、前記電子輸送層を構成する材質の分子とは異なる凝集分子であって、前記凝集分子は、前記基板に対して1度以上90度以下の配向性を有する。

【手続補正4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0009

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0009】

上記課題を解決するために、請求項15記載の発明は、基板に対し、下層から、第1金属電極、ホール注入層、ホール輸送層、発光層、電子注入層、及び第2電極の順で積層され、前記ホール注入層は、前記第1金属電極からホールを取り出し、前記ホール輸送層は、前記ホール注入層によって取り出されたホールを前記発光層に供給し、前記電子注入層は、前記第2電極から電子を取り出して前記発光層に供給する有機半導体素子を有する表示パネルにおいて、前記第1金属電極に接する前記ホール注入層の表層に沿った不連続な塊であって結晶性分子の向きを制御する結晶制御部材を含み、前記結晶制御部材は、前記ホール注入層を構成する材質の分子とは異なる凝集分子であって、前記凝集分子は、前記基板に対して1度以上90度以下の配向性を有する。

【手続補正5】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0010

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0010】

以下、本発明の一実施の形態を図面を参照しつつ説明する。

＜第1実施形態＞

図1は、第1実施形態としての有機半導体素子が表示パネルの有機電界発光素子3に適用された場合の一例を示す部分断面図である。

有機電界発光素子3は有機半導体素子の一例であり、例えば赤色、緑色及び青色に対応させて各々形成される。図示の有機電界発光素子3は、1画素分としている。

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0013

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0013】

このホール注入層 47 は、この陽極 46 からホールを取り出し易くする機能を有する。このホール注入層 47 は、例えば CuPc 又はペンタセンを材質とする結晶性分子 9 を有する。この結晶性分子 9 については後述する。上記ホール輸送層 48 は、ホール注入層 47 によって陽極 46 から取り出されたホールを発光層 49 に輸送する機能を有する。このホール輸送層 48 は、例えば NPB (アモルファス) を材質としている。

【手続補正 7】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0019

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0019】

この結晶制御部材 8 は、例えば平面性を有する有機半導体材料の配向性を制御する機能を有する。この結晶制御部材 8 は、陽極 46 (第 1 金属電極) に接するホール注入層 47 の表層に沿った不連続な塊であって後述する結晶性分子 9 の向きを制御する部材である。

【手続補正 8】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0021

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0021】

結晶制御部材 8 は、ホール注入層 47 の表層において、その結晶性分子 9 の一例としての平面性の分子及び棒状の分子の少なくとも一方の方向を制御することで、この結晶性分子 9 の配向性を制御する機能を有する。結晶制御部材 8 は、このように結晶性分子 9 の配向性を制御して陽極 46 からホールを取り出し易くすることで、陽極 46 と陰極 52 との間に印加すべき駆動電圧を低くするよう制御することができる。

【手続補正 9】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0028

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0028】

また凝集分子は、例えば分子サイズの小さな材料であっても自己凝集することで、被覆率が 1% 以上 100% 未満の構造を形成することができる。このように凝集分子による第 1 金属電極 46 の被覆率が 100% 未満であると、凝集分子が第 1 金属電極 46 の全面を覆うことなく、第 1 金属電極 46 と電子輸送層 50 との間の電気接点を残し、電流の流れを確保することができる。

【手続補正 10】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0037

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0037】

また図9に示す配向制御特性F12においては、陽極46としてAu（金）、結晶制御部材8の凝集分子7及び結晶性分子9として各々 MoO_3 及びCuPc、ホール輸送層48としてNPBを材質とした場合を表している。この配向制御特性F12は、本実施形態における結晶制御部材8の層構成を採用した場合を表している。この配向制御特性F12では、X線入射角 $2\theta/\omega$ が約 6.8° である場合にピークが現れている。このとき、この結晶制御部材8の結晶性分子9がガラス基板45に対して垂直方向に立ち上がった態様となり、結晶性分子9の配向性が良好に制御されていることを表している。

【手続補正11】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0088

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0088】

上記実施形態における表示パネルにおいては、第1金属電極46（陽極）と第2電極52（陰極）の一对の電極間に、少なくとも、発光層49と、第1金属電極46からホールを取り出すホール注入層47と、発光層49の第1金属電極46（陽極）側に積層しており、ホール注入層47によって取り出されたホールを発光層49に輸送するホール輸送層48と、発光層49の第2電極52側に積層しており、第2電極52から電子を取り出して発光層49に供給する電子注入層51とを備える有機半導体素子3を有する表示パネルにおいて、第1金属電極46に接するホール注入層47の表面には、ホール注入層47の表層に沿った不連続な塊であって結晶性分子9の向きを制御する結晶制御部材（凝集物、凝集分子）を含む有機半導体素子3を有する。

【手続補正12】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0110

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0110】

上記実施形態における有機太陽電池においては、発光層49の代わりに光電変換層を備える点を除いて、上述した第1実施形態における有機半導体素子3の各構成とほぼ同様の構成を備え、それぞれほぼ同様の効果を発揮することができる。

【国際調査報告】

INTERNATIONAL SEARCH REPORT		International application No. PCT/JP2007/075077
A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER H01L51/50(2006.01)i, H01L51/05(2006.01)i, H01L51/30(2006.01)i, H01L51/42(2006.01)i, H05B33/28(2006.01)i		
According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC		
B. FIELDS SEARCHED		
Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols) H01L51/50, H01L51/05, H01L51/30, H01L51/42, H05B33/28		
Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched Jitsuyo Shinan Koho 1922-1996 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2008 Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2008 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2008		
Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)		
C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2000-340367 A (Fuji Electric Co., Ltd.), 08 December, 2000 (08.12.00), Par. Nos. [0001], [0012], [0016], [0030] to [0035] & GB 2352327 A	1-4, 6, 8-11, 13-16, 18 5, 7, 12, 17
Y	JP 2006-255878 A (Kyoto University), 28 September, 2006 (28.09.06), Par. Nos. [0080], [0019], [0030] to [0032], [0046] to [0047] (Family: none)	1-4, 6, 8-11, 13-18
Y	JP 10-041070 A (Sanyo Electric Co., Ltd.), 13 February, 1998 (13.02.98), Par. Nos. [0009] to [0010] (Family: none)	3-4, 6, 8-11
☒ Further documents are listed in the continuation of Box C. ☐ See patent family annex.		
* Special categories of cited documents: "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance "E" earlier application or patent but published on or after the international filing date "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified) "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art "&" document member of the same patent family		
Date of the actual completion of the international search 28 January, 2008 (28.01.08)		Date of mailing of the international search report 12 February, 2008 (12.02.08)
Name and mailing address of the ISA/ Japanese Patent Office		Authorized officer
Facsimile No.		Telephone No.

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP2007/075077

C (Continuation). DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT		
Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
Y	JP 2006-303459 A (Semiconductor Energy Laboratory Co., Ltd.), 02 November, 2006 (02.11.06), Par. Nos. [0060] to [0061] & US 2006/0214160 A1	10
Y	JP 2007-059457 A (University of Tsukuba), 08 March, 2007 (08.03.07), Par. Nos. [0016] to [0058]; Fig. 1 (Family: none)	17
Y	JP 2007-258235 A (Matsushita Electric Works, Ltd.), 04 October, 2007 (04.10.07), Fig. 1 (Family: none)	17
A	US 2002/0021088 A1 (Webster E. Howard), 21 February, 2002 (21.02.02), Par. Nos. [0042], [0064] & JP 2002-021088 A & EP 1088320 A & WO 99/060599 A1 & CN 1321325 A	5
A	P. Sullivan et al. 'Structural templating as a route to improved photovoltaic performance in copper phthalocyanine /fullerene (C60) heterojunction' APPLIED PHYSICS LETTERS, vol.91, 233114 (2007)	17

国際調査報告		国際出願番号 PCT/J P 2 0 0 7 / 0 7 5 0 7 7	
A. 発明の属する分野の分類（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H01L51/50 (2006.01) i, H01L51/05 (2006.01) i, H01L51/30 (2006.01) i, H01L51/42 (2006.01) i, H05B33/28 (2006.01) i			
B. 調査を行った分野 調査を行った最小限資料（国際特許分類（I P C）） Int.Cl. H01L51/50, H01L51/05, H01L51/30, H01L51/42, H05B33/28			
最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの 日本国実用新案公報 1922-1996年 日本国公開実用新案公報 1971-2008年 日本国実用新案登録公報 1996-2008年 日本国登録実用新案公報 1994-2008年			
国際調査で使用した電子データベース（データベースの名称、調査に使用した用語）			
C. 関連すると認められる文献			
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号	
Y	JP 2000-340367 A（富士電機株式会社）2000.12.08, 段落【0001】, 段落【0012】, 段落【0016】, 段落【0030】-【0035】& GB 2352327	1-4, 6, 8-11, 13-16, 18	
A	A	5, 7, 12, 17	
Y	JP 2006-255878 A（国立大学法人京都大学）2006.09.28, 段落【0080】, 段落【0019】, 段落【0030】-【0032】, 段落【0046】-【0047】（ファミリーなし）	1-4, 6, 8-11, 13-18	
☒ C欄の続きにも文献が列挙されている。 ☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。			
* 引用文献のカテゴリー 「A」特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの 「E」国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの 「L」優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献（理由を付す） 「O」口頭による開示、使用、展示等に言及する文献 「P」国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願		の日の後に公表された文献 「T」国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの 「X」特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの 「Y」特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの 「&」同一パテントファミリー文献	
国際調査を完了した日 28.01.2008		国際調査報告の発送日 12.02.2008	
国際調査機関の名称及びあて先 日本国特許庁（I S A / J P） 郵便番号100-8915 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号		特許庁審査官（権限のある職員） 濱野 隆 電話番号 03-3581-1101 内線 3271	

国際調査報告

国際出願番号 PCT/J P 2 0 0 7 / 0 7 5 0 7 7

C (続き) . 関連すると認められる文献		
引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
Y	JP 10-041070 A (三洋電機株式会社) 1998.02.13, 段落【0009】 - 【0010】 (ファミリーなし)	3-4, 6, 8-11
Y	JP 2006-303459 A (株式会社半導体エネルギー研究所) 2006.11.02, 段落【0060】 - 【0061】 & US 2006/0214160 A1	10
Y	JP 2007-059457 A (国立大学法人筑波大学) 2007.03.08, 段落【0016】 - 【0058】, 図1 (ファミリーなし)	17
Y	JP 2007-258235 A (松下電工株式会社) 2007.10.04, 図1 (ファミリーなし)	17
A	US 2002/0021088 A1 (Webster E. Howard) 2002.02.21, 段落【0042】, 段落【0064】 & JP 2002-021088 A & EP 1088320 A & W0 99/060599 A1 & CN 1321325 A	5
A	P. Sullivan et al. 'Structural templating as a route to improved photovoltaic performance in copper phthalocyanine /fullerene (C60) heterojunction' APPLIED PHYSICS LETTERS, vol. 91, 233114 (2007)	17

(注) この公表は、国際事務局（W I P O）により国際公開された公報を基に作成したものである。なおこの公表に係る日本語特許出願（日本語実用新案登録出願）の国際公開の効果は、特許法第 1 8 4 条の 1 0 第 1 項(実用新案法第 4 8 条の 1 3 第 2 項)により生ずるものであり、本掲載とは関係ありません。

专利名称(译)	有机半导体器件，有机太阳能电池和显示器面板		
公开(公告)号	JPWO2009084078A1	公开(公告)日	2011-05-12
申请号	JP2009547822	申请日	2007-12-27
[标]申请(专利权)人(译)	日本先锋公司		
申请(专利权)人(译)	先锋公司		
[标]发明人	小山田崇人		
发明人	小山田 崇人		
IPC分类号	H05B33/22 H01L51/50 H01L51/42		
CPC分类号	H01L51/4246 B82Y10/00 H01L51/0012 H01L51/0046 H01L51/0081 H01L51/50 H01L51/5088 Y02E10/549		
FI分类号	H05B33/22.Z H05B33/22.D H05B33/14.A H01L31/04.D		
F-TERM分类号	3K107/AA01 3K107/BB01 3K107/CC04 3K107/CC12 3K107/CC21 3K107/DD02 3K107/DD22 3K107/DD44X 3K107/DD73 3K107/DD74 3K107/DD78 3K107/DD80 3K107/DD82 3K107/DD84 3K107/FF07 3K107/FF14 3K107/FF15 5F151/AA11 5F151/DA07 5F151/FA06 5F151/GA03		
代理人(译)	增田博文		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

降低在第一金属电极和第二电极之间施加的驱动电压。[解决手段]有机半导体装置(3)在第一金属电极46和第二电极(52)的一对电极之间至少具有发光层(46),空穴注入层(47)。)从第一金属电极(46)除去空穴的空穴输送层(48)形成在第一金属电极(46)一侧的发光层(49)上,用于输送通过空穴注入层(47)至发光层(49),以及形成在第二电极(52)一侧的发光层(49)上的电子传输层(50),用于从第二电极(52)去除电子。52),然后将电子传输到发光层(49),其中有机半导体器件(3)进一步包括结晶度控制部件(8),该结晶度控制部件是沿着空穴注入层(47)与第一金属电极(46)接触,用于控制结晶分子的取向(9)。

【图 5】

