

(19) 日本国特許庁 (JP)

(12) 公開特許公報(A)

(11) 特許出願公開番号

特開2010-62206

(P2010-62206A)

(43) 公開日 平成22年3月18日 (2010.3.18)

(51) Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
HO 1 L 51/05 (2006.01)	HO 1 L 29/28 1 O O B	3 K 1 O 7
HO 1 L 51/30 (2006.01)	HO 1 L 29/28 2 5 O H	5 F O 8 3
HO 1 L 27/28 (2006.01)	HO 1 L 29/28 1 O O A	5 F O 8 8
HO 1 L 21/8246 (2006.01)	HO 1 L 27/10 4 4 9	
HO 1 L 27/105 (2006.01)	HO 1 L 27/10 4 4 4 C	
審査請求 未請求 請求項の数 3 O L (全 6 頁) 最終頁に続く		

(21) 出願番号 特願2008-223746 (P2008-223746)
 (22) 出願日 平成20年9月1日 (2008.9.1)

(出願人による申告) 平成20年度、独立行政法人科学技術振興機構、戦略的創造研究推進事業、産業技術力強化法第19条の適用を受ける特許出願

(71) 出願人 304021417
 国立大学法人東京工業大学
 東京都目黒区大岡山2丁目12番1号
 (74) 代理人 100134016
 弁理士 園部 武雄
 (74) 代理人 100158229
 弁理士 水野 恒雄
 (72) 発明者 半那 純一
 神奈川県横浜市緑区長津田町4259 国立大学法人東京工業大学内
 (72) 発明者 木田 賢弘
 神奈川県横浜市緑区長津田町4259 国立大学法人東京工業大学内

最終頁に続く

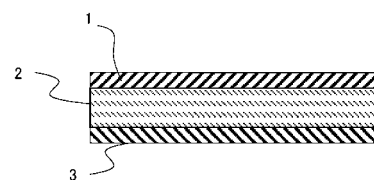
(54) 【発明の名称】 液晶性有機半導体素子

(57) 【要約】

【課題】電極材料／液晶性有機半導体（液晶物質）／電極材料の構成において、低電界で電荷注入を促進する。

【解決手段】2つの平板状電極1及び3と、液晶性有機半導体に強誘電性を付与した強誘電性液晶物質2とを備え、前記平板状電極は前記強誘電体液晶物質を挟み、前記平板状電極間に電圧を加えることにより前記強誘電性液晶物質を分極させ、電荷注入を促進させる液晶性有機半導体素子。

【選択図】 図1



【特許請求の範囲】

【請求項 1】

2つの平板状電極と、
液晶性有機半導体に強誘電性を付与した強誘電性液晶物質と、
を備え、
前記平板状電極は前記強誘電性液晶物質を挟み、
前記平板状電極間に電圧を加えることにより前記強誘電性液晶物質を分極させることにより電荷注入を促進させる液晶性有機半導体素子。

【請求項 2】

前記強誘電体液晶物質が、テルフェニール (terphenyl) 系の強誘電性液晶物質である請求項 1 に記載の液晶性有機半導体素子。 10

【請求項 3】

前記 2つの平板状電極を仕事関数が異なる材質を用いた平板状電極として、
仕事関数の大きな平板状電極側から正孔を注入し、仕事関数の小さな平板状電極側より電子を注入することを特徴とする請求項 1 または 2 に記載の液晶性有機半導体素子。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

【0001】

本発明は、有機半導体材料を利用して作製される光センサ、有機 EL、有機トランジスタ、有機太陽電池や有機半導体メモリなどの有機電子デバイスにおける電極と有機半導体界面における電荷注入を促進した新しい素子に関する。 20

【背景技術】

【0002】

電極から有機半導体へ電荷注入は、光センサ、有機 EL、有機トランジスタ、有機半導体メモリをはじめとする有機電子デバイスを実現する上での重要な技術課題である。電極から有機半導体への効率的な電荷注入は、ドーピングによるオーミック層の形成が容易でないため、その改善には、一般的な方法として有機半導体の伝導レベルと電極材料の仕事関数のマッチング、すなわち、電極から正孔の注入を促進する場合は、電極材料と有機半導体材料の HOMO レベルとのエネルギー障壁をできる限り小さくするよう、また、電子の注入を促進する場合には電極材料と有機半導体材料の LUMO レベルとエネルギー障壁が小さくなるよう電極材料と有機半導体材料の選択が行われる（例えば非特許文献 1 等参照）。あるいは、電極表面を、ダイポールをもつ有機分子により化学修飾することにより、電荷注入をする方法が知られている（例えば非特許文献 2 等参照）。 30

【0003】

また、電極表面に電荷注入をよくするために、有機半導体と電極とエネルギーとの間にエネルギー準位を持つ物質や電荷注入を促進する物質を電極表面に積層する方法が知られている。例えば、正孔注入の促進では、ITO 電極の表面にフタロシアニンや三酸化モリブデン (MoO_3) の極薄膜を正孔注入層として用いる例や、電子注入の促進には Li やフッ化リチウム (LiF)、炭化セシウム (CsCO_3) の極薄膜を電極材料の積層する例などが知られている（例えば非特許文献 3 等参照）。 40

【特許文献 1】特開 2005-259737 号公報

【非特許文献 2】Chimed Ganzoring et. al. Appl. Phys. Lett. Vol. 79、P272

【特許文献 3】特開 2007-258724 号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

従来の電荷注入の促進は、電極表面の化学修飾や電極表面に電荷注入を促進するための電荷注入層を新たに設置する必要がある、素子の作製上、工程が増えるという問題点があった。 50

【課題を解決するための手段】

【0005】

本発明では、有機半導体そのものに電荷注入を促進する機能を持たせることにより、電荷注入層を設置することなく電荷注入可能な半導体素子であって、以下の手段により実現可能である。

【0006】

(1) 2つの平板状電極と、液晶性有機半導体に強誘電性を付与した強誘電性液晶物質と、を備え、前記平板状電極は前記強誘電体液晶物質を挟み、前記平板状電極間に電圧を加えることにより前記強誘電性液晶物質を分極させることにより電荷注入を促進させる液晶性有機半導体素子。

10

【0007】

(1) 記載の発明によれば、外部電界により強誘電性物質を分極させているので、低電界領域からの電荷注入が促進される。

【0008】

(2) 前記強誘電体液晶物質が、テルフェニール (terphenyl) 系の強誘電性液晶物質である請求項1に記載の液晶性有機半導体素子。

【0009】

(2) に記載の発明によれば、強誘電性液晶材料は、強誘電体であると同時に有機半導体であるため、電界を印加し、抗電界以上の電界とすることにより分極して電荷の注入が促進される。強誘電性液晶物質の分極は、正極および負極近傍に残留分極として分極が現れるため、注入障壁が低下して、原理的に正孔、電子の注入がともに促進される可能性が高くなり、電荷の注入が促進されることになる。

20

【0010】

(3) (1) において、前記2つの平板状電極を仕事関数が異なる材質を用いた平板状電極として、仕事関数の大きな平板状電極側から正孔を注入し、仕事関数の小さな平板状電極側より電子を注入することを特徴とする請求項1または2に記載の液晶性有機半導体素子。

【0011】

(3) 記載の発明によれば、仕事関数の異なる電極を用いているため、更に電荷の注入が促進される。電荷注入の促進は、電極材料と強誘電性液晶の伝導レベルとの相対的なエネルギー位置関係に依存すると考えられることから、正孔の注入の促進には、仕事関数の大きな電極材料、例えば、金 (Au)、白金 (Pt)、パラジウム (Pd)、スズドープ酸化インジウム (ITO)、酸化モリブデン (MoO₃)、酸化イリジウム (IrO₂) などの電極材料を用いることが効果的である。また、電子注入の促進には、仕事関数の小さな電極材料、例えば、ナトリウム (Na)、カリウム (K)、カルシウム (Ca)、バリウム (Ba)、マグネシウム (Mg)、アルミニウム (Al) などの電極材料を用いることができる。

30

【発明の効果】

【0012】

電極材料／有機半導体（分極可能な強誘電体）／電極材料の構成において、有機半導体として用いる液晶物質に強誘電性を付与することにより、低電界で電荷注入を促進する。このため、それぞれの電荷注入層を別途設置する必要がなく、有機半導体層のみによって、電子、正孔の電荷注入を促進できるため、素子作製プロセスを簡略化できる。

40

【発明を実施するための最良の形態】

【0013】

以下、本発明を実施するための最良の形態について図を参照しながら説明する。なお、これはあくまでも一例であって、本発明の技術的範囲はこれに限られるものではない。

【0014】

<実施例1>

図1は、本発明による有機半導体素子の構造を示している。図2は、有機半導体素子と

50

して使用したテルフェニール（terphenyl）系の強誘電性液晶物質の分子構造を示している。図3は、電極間距離を1.5 μmとした場合の電流電圧特性を示している。

【0015】

図1において本発明による液晶セル構造は、電極A1、電極B3に強誘電性液晶物質2を挟んでいる。電極A1及び電極B2としてスズドープ酸化インジウム（ITO）を使用し、図2に示したテルフェニール（terphenyl）系の強誘電性液晶を挟んでいる。

【0016】

図3は、電流電圧特性を測定した結果である。電極間距離1.5 μmの表面安定化された液晶セルは、強誘電性液晶の螺旋構造が解けている。電圧を印加して電界を高くするに従い、自発分極の配向の変化に基づく電気的特性が変化しており、 $3 \times 10^3 \text{ V/cm}$ 程度の低電界から電荷注入が促進され、傾き2の空間電荷制限電流（SCLC）が観測される。

【0017】

<実施例2>

実施例2としては、実施例1と同様の電極材料及び強誘電性液晶材料を使用し、電極間距離を13.5 μmと厚くした液晶セルである。電極間距離が13.5 μmの液晶セルでは、電圧を印加し、電界を高くしていくと分極により電荷注入が促進され、 10^5 V/cm 程度から、傾き2の空間電荷制限電流（SCLC）が観測された。

【0018】

以上、本発明の実施形態を用いて説明したが、本発明の技術的範囲は上記実施形態に記載の範囲には限定されない。上記実施形態に、多様な変更又は改良を加えることができる。そのような変更または改良を加えた形態も本発明の技術的範囲に含まれ得ることが、特許請求の範囲の記載から明らかである。例えば、原理的には、本発明に示した有機強誘電体に限らず、分極が生起されるものとして無機強誘電体においても同様な原理から実現可能であると考えられる。従来、強誘電体といえども誘電体であるので、電荷輸送はできないと考えられていたが、分極を利用することにより、電荷の注入が促進され、様々な有機電子デバイスへの応用が考えられる。

【図面の簡単な説明】

【0019】

【図1】本発明の素子構造を示す図である。

【図2】本発明に使用したテルフェニール（terphenyl）系の強誘電性液晶物質の分子構造示す図である。

【図3】本発明による強誘電性液晶セルの電極間距離を1.5 μm及び13.5 μmとした時の電流電圧特性を示す図である。

【符号の説明】

【0020】

- 1 電極A
- 2 強誘電性液晶物質
- 3 電極B

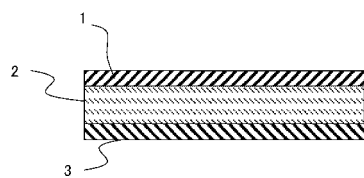
10

20

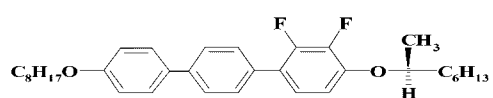
30

40

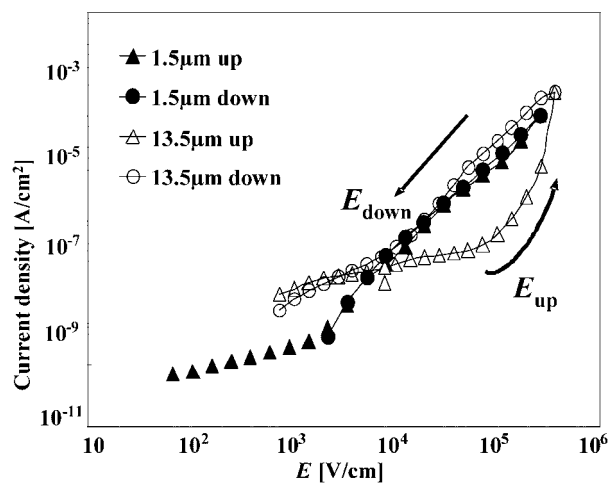
【図 1】



【図 2】



【図 3】



フロントページの続き

(51)Int.Cl.	F I	テーマコード (参考)
<i>H 0 1 L 51/42 (2006.01)</i>	H 0 1 L 31/08	T
<i>H 0 1 L 51/50 (2006.01)</i>	H 0 5 B 33/14	A
	H 0 5 B 33/22	B
	H 0 5 B 33/22	D

(72)発明者 高屋敷 由紀子

神奈川県横浜市緑区長津田町 4 2 5 9 国立大学法人東京工業大学内

F ターム (参考) 3K107 AA01 CC45 DD71 DD74 DD78
5F083 FR01 FZ07 GA28 JA42 JA60
5F088 AB11 BA20 BB10 CB20 FA04