



MINISTERO DELLO SVILUPPO ECONOMICO
DIREZIONE GENERALE PER LA LOTTA ALLA CONTRAFFAZIONE
UFFICIO ITALIANO BREVETTI E MARCHI

DOMANDA DI INVENZIONE NUMERO	102011901968437
Data Deposito	29/07/2011
Data Pubblicazione	29/01/2013

Classifiche IPC

Titolo

TRANSISTOR ORGANICO ELETTROLUMINESCENTE A DOPPIO GATE

TRANSISTOR ORGANICO ELETTROLUMINESCENTE A DOPPIO GATE

La presente invenzione riguarda un transistor organico elettroluminescente a doppio elettrodo di controllo ed un metodo di pilotaggio di tale transistor.

5 E' noto dalla domanda WO2010/049871 un transistor ad effetto di campo comprendente due strati dielettrici, due elettrodi di controllo o gate, ed un modulo costituito da un elettrodo di sorgente o source, un elettrodo di drenaggio o drain, ed un semiconduttore organico a contatto con detti source e drain. Tale modulo è collocato tra
10 detti due strati dielettrici, ciascuno dei quali è disposto tra detto modulo e un elettrodo di controllo. Viene descritto un transistor emettitore di luce comprendente tale transistor, in cui tale semiconduttore organico è uno strato semiconduttore organico elettroluminescente a conduzione ambipolare. Lo spessore di tale strato semiconduttore deve necessariamente essere limitato a pochi strati molecolari, e preferibilmente detto
15 spessore dello strato semiconduttore è inferiore a 10 nm, per consentire la ricombinazione radiativa degli elettroni e delle lacune iniettati rispettivamente da source e drain e trasportati alle due interfacce dello strato semiconduttore con gli strati dielettrici tra i quali esso è collocato.

Tuttavia, le caratteristiche emissive del transistor emettitore di luce secondo la domanda WO2010/049871 sono limitate da fattori intrinseci.

20 Infatti, a causa del sopra menzionato vincolo dimensionale relativo allo spessore massimo dello strato semiconduttore del transistor noto, il volume di materiale semiconduttore nel quale avviene la ricombinazione radiativa delle cariche è minimo e l'intensità di emissione luminosa risulta conseguentemente limitata.

Inoltre, nel transistor noto un singolo strato semiconduttore è preposto al trasporto
25 sia di elettroni che di lacune, limitando così nelle applicazioni pratiche le prestazioni elettriche del dispositivo.

Inoltre, il transistor emettitore di luce secondo la domanda WO2010/049871 presenta una flessibilità di pilotaggio limitata.

30 Scopo della presente invenzione è pertanto quello di fornire un transistor organico elettroluminescente esente da tali inconvenienti. Detto scopo viene conseguito con un transistor organico elettroluminescente le cui caratteristiche principali sono specificate

nella prima rivendicazione ed altre caratteristiche sono specificate nelle restanti rivendicazioni.

Un primo vantaggio del transistor organico elettroluminescente secondo la presente invenzione consiste nelle sue migliorate caratteristiche emissive rispetto ai transistor secondo la tecnica nota. Infatti, nel canale ambipolare del transistor secondo la presente invenzione è presente un materiale specificamente dedicato all'emissione di luce, avente una eccellente efficienza di generazione di luce.

Inoltre, lo strato emissivo nel canale del transistor organico elettroluminescente secondo la presente invenzione può avere uno spessore superiore allo strato semiconduttore in cui avviene la ricombinazione nel transistor noto, pertanto l'intensità di emissione di luce nel dispositivo secondo la presente invenzione è superiore rispetto a quella del transistor noto.

Un ulteriore vantaggio del transistor organico elettroluminescente secondo la presente invenzione consiste nel fatto che consente una ottimizzazione del trasporto di carica. Infatti, grazie alla presenza di due elettrodi di controllo e di un canale ambipolare comprendente due strati semiconduttori, ciascuno ottimizzato per il trasporto di un solo tipo di carica, è possibile bilanciare con maggiore efficacia le differenze nella mobilità delle cariche e nelle densità di corrente in detti due strati semiconduttori mediante una opportuna modulazione dei potenziali dei due elettrodi di controllo.

Infine, il transistor elettroluminescente secondo la presente invenzione può essere pilotato in modalità diretta oppure inversa. Infatti, nel dispositivo secondo la presente invenzione le cariche possono essere trasportate non solo all'interfaccia tra gli strati semiconduttori ed i dielettrici, ma anche all'interfaccia tra gli strati semiconduttori e lo strato emissivo, con un diretto vantaggio sull'efficienza e l'intensità di emissione.

Ulteriori vantaggi e caratteristiche del transistor organico elettroluminescente secondo la presente invenzione risulteranno evidenti agli esperti del ramo dalla seguente descrizione dettagliata e non limitativa di una sua forma realizzativa con riferimento agli annessi disegni in cui:

- la figura 1 mostra una vista schematica in sezione del transistor secondo una prima forma realizzativa dell'invenzione;
- la figura 2 mostra una vista schematica in sezione del transistor secondo la prima

forma realizzativa di figura 1, in cui sono rappresentati accumuli di cariche ideali in un pilotaggio in modalità diretta;

- la figura 3 mostra una vista schematica in sezione del transistor secondo la prima forma realizzativa di figura 1, in cui sono rappresentati accumuli di cariche ideali in un pilotaggio in modalità inversa.

Le caratteristiche dei disegni non sono in scala, ma le loro dimensioni sono ingrandite o ridotte allo scopo di aumentare la chiarezza dei disegni.

Facendo riferimento alla figura 1, si vede che il transistor elettroluminescente organico 1 secondo una prima forma realizzativa dell'invenzione comprende un primo strato dielettrico 11, un secondo strato dielettrico 12, un primo elettrodo di controllo 13 ed un secondo elettrodo di controllo 14.

Il transistor secondo la presente forma realizzativa dell'invenzione comprende poi un gruppo, disposto tra detto primo strato dielettrico 11 e detto secondo strato dielettrico 12, il quale è costituito da un elettrodo di source 15, un elettrodo di drain 16 ed un canale ambipolare.

Detto primo strato dielettrico 11 è disposto tra il primo elettrodo di controllo 13 e detto gruppo; nello stesso modo, il secondo strato dielettrico 12 è disposto tra detto secondo elettrodo di controllo 14 e detto gruppo. In altre parole, i due elettrodi di controllo 13 e 14 sono posizionati all'esterno del dispositivo ed a contatto rispettivamente con i due strati di dielettrico 11 e 12, i quali a loro volta racchiudono il gruppo costituito dal canale ambipolare e dagli elettrodi di source 15 e di drain 16.

I materiali del primo strato dielettrico 11 e del secondo strato dielettrico 12 possono essere scelti tra i materiali dielettrici convenzionali per transistor elettroluminescenti organici. In particolare, può essere utilizzato un materiale scelto nel gruppo formato da biossido di silicio, polimetilmetacrilato (PMMA), ossido di zinco, allumina, ossido di zirconio, biossido di afnio, fluoropolimeri, come per esempio il prodotto commerciale CytopTM, alcool polivinilico (PVA) e polistirene (PS). Preferibilmente, detto primo strato dielettrico 11 comprende due strati di ossido di zirconio e polimetilmetacrilato e detto strato 12 è costituito da polimetilmetacrilato o CytopTM.

I materiali del primo elettrodo di controllo 13 e del secondo elettrodo di controllo

14 possono essere scelti nel gruppo formato da ossido di indio e stagno (ITO), oro, rame, argento, alluminio. In particolare, possono essere utilizzati ossido di indio e stagno e/o oro.

5 Gli elettrodi 15 di source e di drain 16 possono essere scelti nel gruppo formato da ossido di indio e stagno (ITO), oro, rame, argento, alluminio, calcio, magnesio, cromo, ferro e poli(3,4-etilenediossitiolfene) combinato con poli(stirenesolfonato) (PEDOT:PSS).

Preferibilmente, come materiale per detto elettrodo di source 15 può essere utilizzato alluminio, calcio, magnesio, oppure oro.

10 Preferibilmente, come materiale per detto elettrodo di drain 16 può essere utilizzato oro oppure ossido di indio e stagno (ITO).

Secondo l'invenzione, tale canale ambipolare comprende un primo strato di materiale semiconduttore 17, un secondo strato di materiale semiconduttore 18 ed uno strato di materiale emissivo 19 disposto tra detto primo strato di materiale semiconduttore 17 e detto secondo strato di materiale semiconduttore 18.

15 I materiali semiconduttori per detti strati 17 e 18 possono essere scelti nel gruppo formato da oligoaceni, oligotiofeni e oligofluoreni, derivati pirimidinici di oligotiofeni, tetratiofeni sostituiti in posizioni α e ω con catene alchiliche, derivati di-immidici di perileni e oligotiofeni, derivati pirimidinici di oligotiofeni, oligotiofeni con nucleo tiazolico, derivati coronenici e derivati del tetratiofene sostituiti in posizioni α e ω con catene perfluorate. In modo particolarmente vantaggioso, vengono impiegati per lo strato 17 tetratiofeni sostituiti in posizioni α e ω con catene alchiliche, e per lo strato 18 derivati del tetratiofene sostituiti in posizioni α e ω con catene perfluorate.

25 Come materiale emissivo per lo strato 19 possono essere vantaggiosamente utilizzati sistemi di tipo host-guest con matrice di alluminio chinolina variamente drogata con, ad esempio, 4-(dicianometilen)-2-metil-6-(*p*-dimetilaminostiril)-4H-pirano, octaetil-porfirine di platino, fenilisoquinoline di iridio acetilacetato.

Lo spessore del primo strato 17 e del secondo strato di materiale semiconduttore 18 sono compresi tra 5 nm e 50 nm. Preferibilmente, tali spessori sono compresi tra 5 nm e 20 nm.

Lo strato di materiale emissivo 19 ha uno spessore compreso tra 10 nm e 100 nm.

Preferibilmente, tale spessore è compreso tra 10 e 40 nm.

All'interno del gruppo, detto elettrodo di source 15 e detto elettrodo di drain 16 sono entrambi a contatto con detto primo strato di materiale semiconduttore 17 oppure con detto secondo strato di materiale semiconduttore 18.

5 Secondo una forma realizzativa preferita dell'invenzione, detto elettrodo di source 15 e detto elettrodo di drain 16 sono posizionati entrambi sopra, oppure entrambi sotto, lo strato di materiale semiconduttore con il quale sono a contatto. Secondo una ulteriore forma realizzativa dell'invenzione, detto elettrodo di source 15 e detto elettrodo di drain 16 hanno lo stesso spessore dello strato di materiale semiconduttore con il quale sono a
10 contatto e sono coplanari rispetto ad esso. In ogni caso quindi, detto elettrodo di source 15 e detto elettrodo di drain 16 giacciono entrambi su un piano parallelo ad un piano su cui giace detto primo strato di materiale semiconduttore o detto secondo strato di materiale semiconduttore.

Secondo un aspetto della presente invenzione, viene fornito un metodo di
15 pilotaggio del transistor elettroluminescente organico in cui l'accumulo delle cariche ed il trasporto delle stesse avviene in corrispondenza dell'interfaccia tra i materiali semiconduttori degli strati 17 e 18 e gli strati dielettrici 11 e 12, come mostrato nella figura 2. Tale metodo di pilotaggio prevede che la tensione applicata all'elettrodo di controllo 13 induca accumulazione di carica nello strato di materiale semiconduttore 18
20 all'interfaccia con lo strato dielettrico 12 e che la tensione applicata all'elettrodo di controllo 14 induca accumulazione di carica nello strato di materiale semiconduttore 17 all'interfaccia con lo strato dielettrico 11. A titolo di esempio, ciò può essere realizzato applicando all'elettrodo di controllo 13 un valore di tensione negativa, che induce un accumulazione di carica positiva nello strato di materiale semiconduttore 18 di tipo p
25 all'interfaccia con lo strato dielettrico 12 ed applicando nel contempo all'elettrodo di controllo 14 un valore di tensione positiva che induce una accumulazione di carica negativa nello strato di materiale semiconduttore 17 di tipo n all'interfaccia con lo strato dielettrico 11.

Secondo un ulteriore aspetto della presente invenzione, viene fornito un metodo di
30 pilotaggio del transistor elettroluminescente organico in cui l'accumulo delle cariche ed il trasporto delle stesse avviene in corrispondenza dell'interfaccia tra i materiali

semiconduttori degli strati 17 e 18 e lo strato emissivo 19, come mostrato nella figura 3. Tale metodo di pilotaggio prevede che la tensione applicata all'elettrodo di controllo 13 induca accumulazione di carica nello strato di materiale semiconduttore 17 all'interfaccia con lo strato emissivo 19 e che la tensione applicata all'elettrodo di controllo 14 induca accumulazione di carica nello strato di materiale semiconduttore 18 all'interfaccia con lo strato emissivo 19. A titolo di esempio, ciò può essere realizzato applicando all'elettrodo di controllo 13 un valore di tensione positiva che induce accumulazione di carica negativa nello strato di materiale semiconduttore 17 di tipo n all'interfaccia con lo strato emissivo 19 ed applicando nel contempo all'elettrodo di controllo 14 un valore di tensione negativa che induce accumulazione di carica positiva nello strato di materiale semiconduttore 18 di tipo p all'interfaccia con lo strato emissivo 19.

Il transistor elettroluminescente organico secondo la presente invenzione può essere prodotto impiegando metodi noti per la fabbricazione di transistor organici multistrato. Preferibilmente, il transistor elettroluminescente organico può essere realizzato impiegando tecniche di evaporazione in vuoto e/o tecniche di deposizione da soluzione e/o tecniche di sputtering di materiali organici, di metalli e di ossidi conduttivi e isolanti.

Eventuali varianti e/o aggiunte possono essere apportate dagli esperti del ramo alla forma realizzativa dell'invenzione qui descritta ed illustrata restando nell'ambito delle seguenti rivendicazioni.

RIVENDICAZIONI

1. Transistor elettroluminescente organico, comprendente un primo ed un secondo strato dielettrico; un primo ed un secondo elettrodo di controllo; ed un gruppo
5 comprendente un elettrodo di source, un elettrodo di drain ed un canale ambipolare, in cui:

- detto gruppo è disposto tra detto primo strato dielettrico e detto secondo strato dielettrico;
- detto primo strato dielettrico è disposto tra detto primo elettrodo di controllo e
10 detto gruppo; e
- detto secondo strato dielettrico è disposto tra detto secondo elettrodo di controllo e detto gruppo;

caratterizzato dal fatto che:

- detto canale ambipolare comprende un primo strato di materiale
15 semiconduttore, un secondo strato di materiale semiconduttore ed uno strato di materiale emissivo disposto tra detto primo strato di materiale semiconduttore e detto secondo strato di materiale semiconduttore; e che
- detto elettrodo di source e detto elettrodo di drain sono entrambi a contatto
20 con detto primo strato di materiale semiconduttore o con detto secondo strato di materiale semiconduttore.

2. Transistor elettroluminescente organico secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che detto elettrodo di source e detto elettrodo di drain giacciono entrambi su un piano parallelo ad un piano su cui giace detto primo strato di materiale semiconduttore o detto secondo strato di materiale semiconduttore.

3. Transistor elettroluminescente organico secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che lo spessore del primo strato di materiale semiconduttore e lo spessore del secondo strato di materiale semiconduttore sono compresi tra 5 nm e 50 nm.

4. Transistor elettroluminescente organico secondo la rivendicazione
30 precedente, caratterizzato dal fatto che lo spessore del primo strato di materiale semiconduttore e lo spessore del secondo strato di materiale semiconduttore sono

compresi tra 5 nm e 20 nm.

5. Transistor elettroluminescente organico secondo la rivendicazione 1, caratterizzato dal fatto che detto strato di materiale emissivo ha uno spessore compreso tra 10 nm e 100 nm.

5 6. Transistor elettroluminescente organico secondo la rivendicazione precedente, caratterizzato dal fatto che detto strato di materiale emissivo ha uno spessore compreso tra 10 nm e 40 nm.

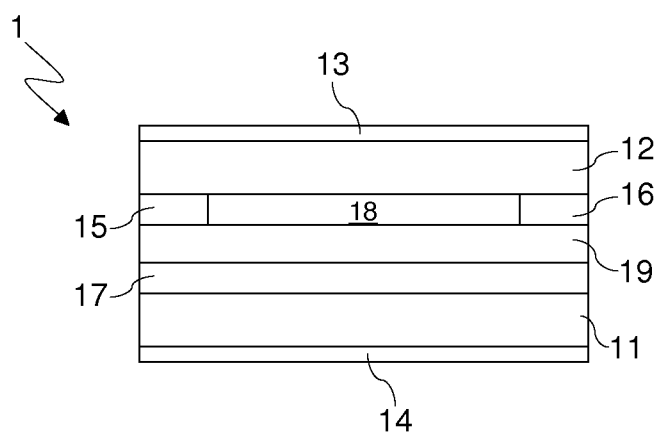


Fig.1

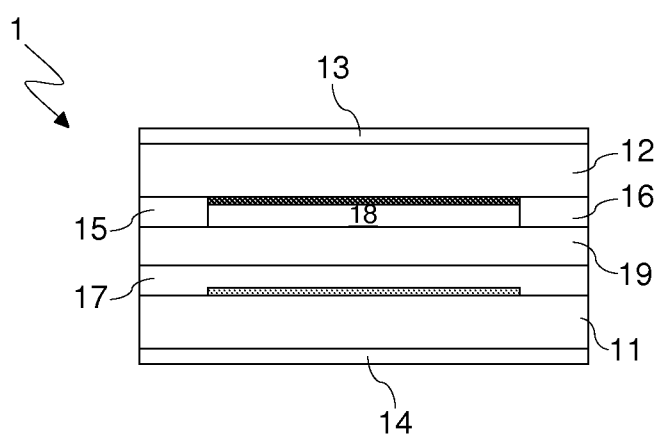


Fig.2

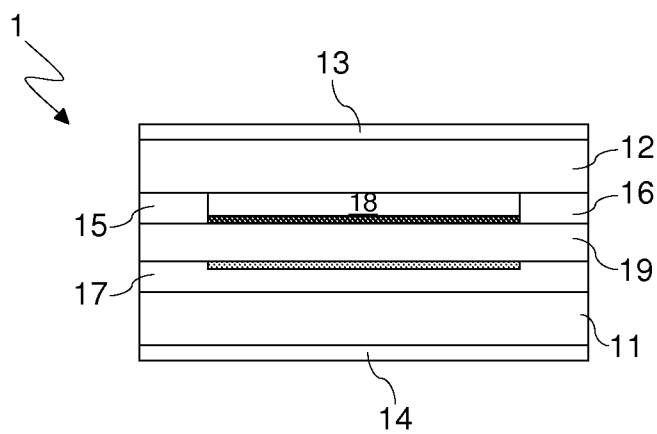


Fig.3