



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

DOMANDA NUMERO	202007901555083
Data Deposito	11/09/2007
Data Pubblicazione	11/03/2009

Sezione	Classe	Sottoclasse	Gruppo	Sottogruppo
H	01	L		

Titolo

DISPOSITIVO ELETTRONICO ORGANICO INCAPSULATO, CON MIGLIORATA RESISTENZA AL DEGRADO
--

D E S C R I Z I O N E

del modello di utilità di

1) STMICROELECTRONICS S.R.L.

di nazionalità italiana

con sede: VIA C. OLIVETTI, 2

20041 AGRATE BRIANZA (MI)

2) ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E L'AMBIENTE - ENEA

di nazionalità italiana

con sede: LUNGOTEVERE GRANDE AMMIRAGLIO THAON DI REVEL, 76

00196 ROMA

Inventori: TASSINI Paolo, MAGLIONE Maria Grazia,
ROMANELLI Emma, VACCA Paolo, MINARINI Carla

*** ***** ***

La presente invenzione è relativa ad un dispositivo elettronico organico incapsulato e ad un relativo procedimento di fabbricazione; in particolare, la seguente trattazione farà riferimento, senza per questo perdere in generalità, alla realizzazione di dispositivi LED organici (OLED - Organic Light Emitting Diode).

In modo noto, l'utilizzo di materiali organici semiconduttori risulta molto promettente per la realizzazione di dispositivi elettronici ed optoelettronici quali, ad esempio, dispositivi fotovoltaici, OLED, transistor a film sottile (TFT - Thin Film Transistor), laser a stato solido, o sensori.

Ad esempio, i dispositivi OLED vengono attualmente utilizzati come unità funzionale per la realizzazione di display a matrice di pixel luminosi indirizzabili separatamente.

In modo noto, e come mostrato in figura 1, un componente OLED 1 comprende generalmente un substrato 2, al di sopra del quale vengono realizzati un primo elettrodo (anodo) 3 ed un secondo elettrodo (catodo) 4, tra i quali è interposto uno strato di materiale organico 5, ad esempio costituito da un polimero conduttivo elettroluminescente. Lo strato di materiale organico 5 viene formato, ad esempio per evaporazione, al di sopra dell'intero substrato 2, e l'area elettroluminescente è definita dalla porzione dello strato di materiale organico 5 in corrispondenza della quale si sovrappongono il primo ed il secondo elettrodo 3, 4. Polarizzando elettricamente in maniera opportuna gli elettrodi, è possibile generare una corrente che induce l'emissione di una radiazione luminosa da parte dello strato di materiale organico 5, a seguito del decadimento radiativo di un eccitone generato dalla ricombinazione di elettroni iniettati dal catodo e di lacune iniettate dall'anodo. A seconda del materiale di cui sono costituiti il substrato e gli elettrodi, i

dispositivi OLED si distinguono in "bottom emitting" ed in "top emitting". Nel primo caso, la radiazione luminosa viene emessa verso il basso attraverso il substrato 2, costituito da un materiale trasparente (ad esempio plastica o vetro), il primo elettrodo 3 è costituito da un materiale conduttore trasparente (ad esempio ITO - Indium Tin Oxide), mentre il secondo elettrodo 4 è costituito da un metallo opaco a bassa funzione di lavoro (ad esempio alluminio) per assicurare un sufficiente effetto di iniezione di elettroni nello strato di materiale organico. Nel secondo caso, la radiazione luminosa viene emessa verso l'alto attraverso il secondo elettrodo 4, in questo caso costituito da un materiale conduttore trasparente, e sia il primo elettrodo 3 che il substrato 2 sono costituiti da materiale opaco (ad esempio rispettivamente alluminio, e silicio o ceramica). In particolare, la figura 1 mostra una sezione di un componente OLED 1 del tipo "bottom emitting", in cui la direzione di emissione della radiazione luminosa è indicata dalla freccia.

I dispositivi OLED presentano una serie di caratteristiche vantaggiose, tra cui ad esempio la bassa tensione di pilotaggio che permette consumi contenuti, la buona efficienza luminosa, ed i bassi costi di

fabbricazione (che prevede l'utilizzo di tecniche standard). Tuttavia, i materiali organici impiegati in tali dispositivi subiscono un rapido degrado in presenza di agenti esterni quali luce, ossigeno e umidità (vapore acqueo); inoltre, anche i metalli utilizzati per la realizzazione degli elettrodi, a causa della loro bassa funzione lavoro, hanno una forte tendenza ad ossidarsi causando il degrado dei dispositivi.

Per limitare il problema del rapido degrado dei dispositivi elettronici organici in presenza di agenti esterni, e per aumentare la stabilità a lungo termine dei materiali, è stato proposto l'utilizzo di strutture di incapsulamento.

Tali strutture di incapsulamento comprendono ad esempio una copertura rigida (di vetro o metallo) fissata al substrato del dispositivo mediante resina epossidica, formata in atmosfera inerte (azoto o argon); oppure un film sottile depositato direttamente sugli strati attivi del dispositivo. In quest'ultimo caso, il processo di deposizione del film sottile è piuttosto critico, in quanto non deve danneggiare gli strati attivi sottostanti, ed il film depositato deve presentare una serie di caratteristiche piuttosto stringenti, tra cui: una bassa permeabilità da parte degli agenti

esterni; una buona adesione agli strati sottostanti; una sufficiente robustezza in modo da permettere di maneggiare il dispositivo senza provocare danni; un coefficiente di espansione termica simile a quello degli strati sottostanti; e, nel caso di substrati flessibili, una sufficiente flessibilità. È stato verificato sperimentalmente che il valore di permeabilità al vapore acqueo (WVTR - Water Vapour Transmission Rate) che tali strutture di incapsulamento devono fornire affinché un dispositivo OLED presenti una vita utile superiore alle 10.000 ore è pari a soli 10^{-6} g/m²/giorno; analogamente, è stato determinato sperimentalmente un valore di permeabilità all'ossigeno (OTR - Oxygen Transmission Rate) compreso tra 10^{-5} e 10^{-3} cm³/m²/giorno.

In generale, ad oggi non sono stati proposti dispositivi elettronici organici, e relativi processi di fabbricazione, che risultino del tutto soddisfacenti, in particolar modo per quanto riguarda la robustezza agli agenti esterni e la stabilità dei materiali organici.

Scopo della presente invenzione è pertanto quello di fornire un procedimento che permetta di superare i succitati svantaggi e problemi, ed in particolare che consenta di ottenere un dispositivo elettronico organico con migliorata robustezza e stabilità.

Secondo la presente invenzione vengono forniti un dispositivo elettronico organico ed un relativo procedimento di fabbricazione, come definiti rispettivamente nelle rivendicazioni 1 e 10.

Per una migliore comprensione della presente invenzione, ne vengono ora descritte forme di realizzazione preferite, a puro titolo di esempio non limitativo e con riferimento ai disegni allegati, nei quali:

- la figura 1 mostra una sezione trasversale di un componente OLED, di tipo noto;

- le figure 2a-5a mostrano viste dall'alto di un dispositivo elettronico organico in fasi successive di un relativo procedimento di fabbricazione secondo una prima forma di realizzazione della presente invenzione;

- le figure 2b-5b mostrano sezioni trasversali del dispositivo di figure 2a-5a prese lungo le linee di sezione II-II - V-V;

- le figura 6 e 7 mostrano sezioni trasversali relative a due ulteriori varianti realizzative del dispositivo elettronico organico;

- le figure 8-12 mostrano sezioni trasversali di un dispositivo elettronico organico in fasi successive di un relativo procedimento di fabbricazione in accordo con

una seconda forma di realizzazione;

- le figure 13-16 mostrano viste dall'alto di un dispositivo elettronico organico in fasi successive di un relativo procedimento di fabbricazione secondo una terza forma di realizzazione; e

- la figura 17 mostra una fotografia all'infrarosso di una porzione del dispositivo elettronico organico, con evidenziata dalla freccia una regione di surriscaldamento.

Viene ora descritto un procedimento di fabbricazione in accordo con una prima forma di realizzazione della presente invenzione, che prevede la formazione di un dispositivo elettronico organico comprendente una pluralità di componenti elementari (in particolare OLED "bottom emitting") realizzati almeno in parte con materiale organici. Nel seguito, per motivi di semplicità illustrativa, verranno mostrati solamente due di tali componenti elementari, ma è evidente che può esserne previsto un numero arbitrario.

Con riferimento alle figure 2a-2b (non in scala, così come le figure successive), al di sopra di un substrato 10 costituito di materiale trasparente, ad esempio vetro o plastica, vengono inizialmente formati primi elettrodi (o anodi) 11 dei componenti elementari,

e contatti elettrici 12; come sarà chiarito in seguito, i contatti elettrici 12 sono destinati a contattare secondi elettrodi dei componenti elementari, in modo da consentirne la polarizzazione. A tal fine, viene depositato al di sopra del substrato 10 uno strato di materiale conduttore trasparente, ad esempio ITO, che viene quindi definito mediante un unico processo di fotolitografia ed attacco chimico.

In dettaglio, ciascuno dei primi elettrodi 11 comprende una porzione attiva 11a, avente ad esempio una forma sostanzialmente circolare in pianta, ed una porzione di polarizzazione 11b collegata alla porzione attiva 11a ed avente una forma sostanzialmente rettangolare in pianta con estensione principale lungo una prima direzione x. I primi elettrodi 11 si estendono parallelamente tra loro, e sono allineati e distanziati di una prima distanza di separazione, lungo una seconda direzione y ortogonale alla prima direzione x.

I contatti elettrici 12 presentano anch'essi una forma sostanzialmente rettangolare in pianta con estensione principale lungo la prima direzione x; ciascuno dei contatti elettrici 12 è allineato ad un rispettivo dei primi elettrodi 11 lungo la prima direzione x, ed è distanziato da questo di una seconda

distanza di separazione. I contatti elettrici 12 si estendono parallelamente tra loro lungo la seconda direzione y e sono distanziati della prima distanza di separazione.

Successivamente, figure 3a-3b, vengono formate le regioni organiche 14 dei componenti elementari. Le regioni organiche 14 si estendono al di sopra delle porzioni attive 11a dei primi elettrodi 11, e della regione del substrato 10 compresa tra le stesse porzioni attive 11a e rispettivi contatti elettrici 12; inoltre, le regioni organiche 14 non si sovrappongono ai contatti elettrici 12 ed alle porzioni di polarizzazione 11b dei primi elettrodi 11.

In particolare, le regioni organiche 14 vengono definite mediante deposizione o evaporazione selettiva ("patterning") del materiale organico attraverso opportune maschere di deposizione/evaporazione (cosiddette "shadow mask"); oppure vengono depositate selettivamente tramite la tecnica "ink-jet printing", o tramite una qualsiasi tecnica di per sé nota che permetta una deposizione di materiale organico limitata a ben definite zone sul substrato 10. In ogni caso, secondo un aspetto particolare della presente invenzione, il "patterning" del materiale organico porta

alla definizione di una regione organica 14 per ciascun componente elementare, e le varie regioni organiche 14 risultano distinte, e separate tra loro di una determinata distanza di separazione, lungo la seconda direzione y.

In seguito, figure 4a-4b, viene eseguita un'evaporazione di materiale metallico, ad esempio Alluminio (o un altro metallo con alta funzione lavoro), o un'evaporazione sequenziale di Calcio e Alluminio (o altro materiale multi-strato costituito anche da metalli con bassa funzione lavoro, che però comporta un'alta reattività), attraverso un'opportuna maschera per evaporazione, per la formazione di secondi elettrodi (o catodi) 15 dei componenti elementari. Ciascuno dei secondi elettrodi 15 comprende una rispettiva porzione attiva 15a ed una rispettiva porzione di polarizzazione 15b. La porzione attiva 15a si estende al di sopra di una rispettiva porzione attiva 11a di un primo elettrodo 11, e presenta una forma sostanzialmente circolare in pianta con diametro inferiore a quello della rispettiva porzione attiva 11a. Inoltre, la porzione di polarizzazione 15b presenta una forma sostanzialmente rettangolare in pianta con estensione principale lungo la prima direzione x, e si estende al di sopra di una

sottostante regione organica 14 e termina al di sopra di un rispettivo contatto elettrico 12, contattandolo elettricamente. La regione organica 14 interposta tra le porzioni attive 11a, 15a rispettivamente del primo e del secondo elettrodo 11, 15 costituisce pertanto una regione di elettroluminescenza del corrispondente componente elementare. Risultano così formati i componenti elementari, indicati con 16, del dispositivo elettronico organico.

Successivamente, figure 5a-5b, una lastra incapsulante 17, ad esempio di vetro o materiale metallico, viene applicata sul dispositivo elettronico organico in modo da incapsulare i relativi componenti elementari 16 per proteggerli dagli agenti esterni, che potrebbero aggredire e degradare i materiali componenti il dispositivo e quindi il dispositivo stesso. In dettaglio, la lastra incapsulante 17 viene incollata mediante resina sigillante 18, ad esempio resina epossidica, in modo da definire uno spazio di incapsulamento 19 che circonda e racchiude completamente le regioni organiche 14 ed i secondi elettrodi 15 dei componenti elementari 16. La resina sigillante 18 è interposta tra la lastra incapsulante 17 e le porzioni di polarizzazione 11b dei primi elettrodi 11 da un lato,

e i contatti elettrici 12 dall'altro, in corrispondenza dei componenti elementari 16; e tra la lastra incapsulante 17 ed il substrato 10, altrove. La lastra incapsulante 17 risulta accoppiata a tenuta al substrato 10, in modo da non consentire l'infiltrazione di agenti degradanti nello spazio di incapsulamento 19.

In particolare, i contatti elettrici 12, che fuoriescono dallo spazio di incapsulamento 19 e contattano le porzioni di polarizzazione 15b dei secondi elettrodi 15 internamente allo stesso spazio di incapsulamento 19, consentono la polarizzazione dall'esterno dei secondi elettrodi 15 ed evitano che questi vengano a contatto con gli agenti esterni. Grazie alla perfetta adesione della resina sigillante 18 al materiale di cui sono costituiti i primi elettrodi 11 ed i contatti elettrici 12 (in questo caso ITO), si evita l'infiltrazione di gas o altri agenti esterni, ed il danneggiamento delle regioni organiche 14 e dei secondi elettrodi 15.

L'incollaggio della lastra incapsulante 17 viene effettuato ad esempio all'interno di una "scatola a guanti" (glove box), in atmosfera inerte (di azoto o argon puro) in modo da non esporre i materiali delle regioni organiche 14 e dei secondi elettrodi 15

all'azione dell'aria, ed evitare che agenti esterni rimangano intrappolati all'interno dello spazio di incapsulamento 19.

Come mostrato in figura 6, su una superficie 17a della lastra incapsulante 17 rivolta verso lo spazio di incapsulamento 19 può essere disposto uno strato di assorbimento 20 (cosiddetto "dryer" o "getter"), costituito ad esempio da silice o ossido di calcio. Lo strato di assorbimento 20 è tale da assorbire eventuali residui atmosferici e catturare molecole che possano eventualmente permeare attraverso i materiali incapsulanti, o eventuali sottoprodotti rilasciati dalla resina durante il suo indurimento.

Una variante del procedimento di fabbricazione, mostrata in figura 7, prevede la deposizione di uno strato incapsulante 22 direttamente a contatto dei componenti elementari 16, in modo da lasciare scoperte (per la loro polarizzazione elettrica) solamente parti dei contatti elettrici 12 e delle porzioni di polarizzazione 11b dei primi elettrodi 11. Tale variante è particolarmente vantaggiosa nel caso in cui si utilizzi un substrato 10 costituito di materiale flessibile, in quanto anche lo strato incapsulante 22 può essere costituito di materiale flessibile. In modo

non illustrato, anche in questo caso lo strato di assorbimento 20 può essere interposto tra lo strato incapsulante 22 ed i componenti elementari 16 incapsulati.

Lo strato incapsulante 22 può essere depositato mediante varie tecniche, ad esempio mediante "sputtering", ECR-CVD, "spray-coating", "spin-coating", regolando le condizioni di processo per non danneggiare le regioni organiche 14 ed i secondi elettrodi 15. Inoltre, il materiale dello strato incapsulante 22 è elettricamente isolante e deve possedere sufficienti proprietà di barriera nei confronti degli agenti esterni, e può essere eventualmente costituito da uno o più strati sovrapposti; ad esempio, possono essere utilizzati plastiche, o materiali inorganici, o multistrati ibridi organici-inorganici.

Una seconda forma di realizzazione della presente invenzione prevede la realizzazione di un dispositivo elettronico organico comprendente componenti elementari 16 di tipo OLED "top emitting".

In dettaglio, figura 8, sul substrato 10, che qui può eventualmente essere costituito di materiale opaco, vengono inizialmente depositi i contatti elettrici 12, costituiti ad esempio di ITO; come sarà chiarito in

seguito, i contatti elettrici 12 sono destinati in questo caso a contattare i primi elettrodi 11 per consentirne la polarizzazione dall'esterno dell'incapsulamento.

Quindi, figura 9, vengono definiti mediante processo fotolitografico (o di deposizione/evaporazione selettiva) i primi elettrodi 11, costituiti ad esempio di alluminio; i primi elettrodi 11 sono disposti parzialmente al di sopra di, e contattano, rispettivi contatti elettrici 12, e si estendono parzialmente al di sopra del substrato 10.

In seguito, figura 10, vengono definite le regioni organiche 14 dei componenti elementari 16, ad esempio mediante deposizione o evaporazione selettiva. Le regioni organiche 14 ricoprono completamente rispettivi primi elettrodi 11, e si estendono inoltre parzialmente sul substrato 10 e su rispettivi contatti elettrici 12. In modo sostanzialmente analogo a quanto descritto in precedenza (e qui non illustrato), le regioni organiche 14, relative a ciascun singolo componente elementare 16, sono separate e distinte tra loro, ed anche in questo caso, tramite la tecnica di patterning, viene definita una regione organica 14 per ciascuno dei componenti elementari 16.

Quindi, figura 11, vengono depositi i secondi elettrodi 15, in questo caso costituiti di materiale conduttore trasparente, ad esempio ITO. Porzioni attive 15a dei secondi elettrodi 15 si estendono al di sopra di rispettive regioni organiche 14, mentre porzioni di polarizzazione 15b degli stessi elettrodi si estendono al di sopra del substrato 10.

I componenti elementari 16 così formati vengono quindi incapsulati, in maniera sostanzialmente analoga a quanto descritto precedentemente, ad esempio mediante la deposizione di uno strato incapsulante 22, figura 12, a diretto contatto dei secondi elettrodi 15. Lo strato incapsulante 22 è in questo caso costituito di materiale trasparente, ad esempio una resina epossidica a base di bisfenolo F. Lo strato incapsulante 22 ricopre completamente le regioni organiche 14 ed i primi elettrodi 11, e lascia scoperte solamente porzioni esterne dei contatti elettrici 12 e le porzioni di polarizzazione 15b dei secondi elettrodi 15. Nuovamente, viene pertanto realizzato un incapsulamento tale da proteggere dagli agenti esterni i materiali organici e metallici con bassa funzione di lavoro (ad esempio l'Alluminio), e da consentire la polarizzazione dei componenti elementari 16 dall'esterno; anche in questo

caso, gli elettrodi interni all'incapsulamento vengono contattati mediante materiali conduttori resistenti agli agenti esterni, che fuoriescono dall'incapsulamento.

Un eventuale strato di assorbimento (qui non illustrato) può essere interposto tra lo strato incapsulante 22 ed i componenti elementari 16 incapsulati, posizionato in modo tale da non schermare la radiazione luminosa emessa dalle regioni organiche 14 degli stessi componenti elementari 16.

Una terza forma di realizzazione della presente invenzione prevede la formazione di una matrice di componenti elementari 16 di tipo OLED, ad esempio per l'utilizzo in un display a matrice di pixel.

In dettaglio, figura 13, durante un unico processo fotolitografico e di attacco di uno strato di materiale conduttore trasparente, ad esempio ITO, sul substrato 10 vengono inizialmente formati i primi elettrodi 11 ed i contatti elettrici 12. I primi elettrodi 11 comprendono porzioni attive 11a, qui destinate a formare contatti di riga della matrice, e porzioni di polarizzazione 11b, ciascuna atta a polarizzare una differente riga della matrice. Come sarà chiarito in seguito, ciascuno dei contatti elettrici 12 consente la polarizzazione di una rispettiva colonna della matrice.

Quindi, figura 14, vengono formate (nuovamente tramite processo di patterning selettivo) le regioni organiche 14 in corrispondenza delle intersezioni tra le righe della matrice, definite dalle porzioni attive 11a, e le colonne della matrice, definite idealmente dai prolungamenti dei contatti elettrici 12.

In seguito, figura 15, vengono formati i secondi elettrodi 15 dei componenti elementari, costituiti di metallo a bassa funzione lavoro ed alta reattività, ad esempio Alluminio. I secondi elettrodi 15 comprendono porzioni di polarizzazione 15b disposte su rispettivi contatti elettrici 12 in modo da contattarli elettricamente, e porzioni attive 15a atte a formare contatti di colonna della matrice, ed estendentisi a prolungamento dei rispettivi contatti elettrici 12. Le regioni organiche 14 all'intersezione tra le porzioni attive 11a, 15a rispettivamente dei primi e secondi elettrodi 11, 15 costituiscono regioni elettroluminescenti, individualmente indirizzabili, dei componenti elementari 16 della matrice.

Nuovamente, al termine del processo di fabbricazione dei componenti elementari 16, viene realizzato l'incapsulamento dell'intera matrice. In particolare, figura 16, una lastra incapsulante 17 viene

posizionata al di sopra della matrice, definendo uno spazio di incapsulamento (qui non illustrato). Come descritto precedentemente, solamente alcune parti dei contatti elettrici 12 e delle porzioni di polarizzazione 11b dei primi elettrodi 11 non vengono ricomprese all'interno dello spazio di incapsulamento. La lastra incapsulante 17 viene fissata con resina sigillante (qui non illustrata) disposta lungo tutto il suo bordo, in modo tale da evitare l'introduzione di agenti esterni all'interno dello spazio di incapsulamento. Nuovamente, può essere prevista la deposizione di uno strato incapsulante direttamente a contatto con le strutture dei componenti elementari 16, in alternativa alla lastra di incapsulamento 17, ed inoltre essere previsto lo strato di assorbimento.

Il procedimento descritto presenta numerosi vantaggi.

In generale, esso consente di proteggere i materiali degradabili del dispositivo elettronico organico dall'influenza degli agenti ambientali, e di bloccare, o quanto meno ritardare, i processi di degrado dei materiali stessi.

Il processo di "patterning" in seguito al quale vengono separate tra loro le varie regioni organiche 14

dei componenti elementari 16 del dispositivo elettronico organico permette di evitare che il degrado del materiale organico eventualmente indotto in uno dei componenti elementari 16 si possa ripercuotere in componenti adiacenti. Tale degrado può essere causato da agenti esterni, quali ossigeno o vapore acqueo, che penetrano all'interno del materiale organico, e aggravato dal calore generato all'interno dei singoli componenti elementari 16 per effetto del passaggio di corrente. Infatti, in modo noto, polarizzando i componenti elementari 16 con grandezze elettriche (tensioni e correnti) di valore elevato, al fine di incrementare l'emissione di radiazione luminosa, si genera un forte aumento di temperatura nei materiali organici, che può portare al loro degrado. Vantaggiosamente, l'interruzione del materiale organico tra regioni adiacenti blocca, o riduce fortemente, il propagarsi sia degli agenti esterni che della degradazione. A questo riguardo, la figura 17 evidenzia come il calore generatosi all'interno di un componente elementare 16 (evidenziato dalla freccia) non resti confinato in tale componente ma si propaghi in componenti elementari 16 adiacenti, anche attraverso il substrato. Poiché l'aumento di temperatura favorisce la

diffusione della degradazione e degli agenti degradanti attraverso il materiale organico, grazie alla separazione tra le regioni organiche 14, tale diffusione viene notevolmente ridotta.

Il procedimento descritto presenta, inoltre, ulteriori vantaggi legati alla scomposizione in due parti distinte, e in reciproco contatto elettrico, di alcuni elettrodi di polarizzazione del dispositivo. Infatti, la struttura a doppio contatto di tali elettrodi, come descritto precedentemente, prevede la formazione di:

- un contatto elettrico 12, costituito da un materiale conduttore che non si degrada a contatto con agenti esterni, disposto all'esterno dello spazio di incapsulamento 19;

- un elettrodo vero e proprio, costituito di un metallo a bassa funzione di lavoro (tale da assicurare un'adequata iniezione di elettroni nel materiale organico) e, quindi, avente una forte tendenza ad ossidarsi, disposto all'interno dello stesso spazio di incapsulamento 19.

Tale scomposizione permette di racchiudere completamente nello spazio di incapsulamento 19 e, quindi, proteggere dall'azione degli agenti esterni

l'elettrodo metallico, mentre continua a consentirne la polarizzazione dall'esterno tramite il relativo contatto elettrico 12. Naturalmente il materiale di cui è costituito il contatto elettrico, ad esempio ITO, è tale inoltre da non consentire l'infiltrazione di agenti esterni all'interno dello spazio di incapsulamento 19.

Come precedentemente evidenziato, l'utilizzo di strati di assorbimento 20 all'interno dello spazio di incapsulamento 19 permette inoltre di incrementare notevolmente il tempo di vita dei dispositivi elettronici organici.

Inoltre, la scelta dell'ITO come materiale per la realizzazione degli elettrodi (primi o secondi elettrodi 11, 15 a seconda della forma di realizzazione) e dei contatti elettrici 12, che fuoriescono dallo spazio di incapsulamento 19 risulta particolarmente vantaggiosa, in quanto l'ITO:

- è un materiale molto compatto, quindi non permette ai gas atmosferici di percolare attraverso di esso e penetrare nello spazio di incapsulamento 19;

- presenta un'ottima adesione al substrato 10, in modo da non provocarne il distacco nel caso di sollecitazioni meccaniche che possano avvenire durante le fasi di fabbricazione, ed alle resine utilizzate per

sigillare la lastra incapsulante 17, in modo da impedire ai gas atmosferici di infiltrarsi nello spazio di incapsulamento 19;

- presenta buona conducibilità elettrica e bassa resistenza di contatto con l'Alluminio (e con i metalli a bassa funzione lavoro che si possono eventualmente scegliere), tali da non alterare le caratteristiche elettriche dei dispositivi elettronici organici; e

- possiede un'ottima resistenza all'attacco dei gas atmosferici.

Inoltre, vantaggiosamente, substrati, sia in vetro sia in plastica, con strati di ITO già depositato si trovano in commercio facilmente ed a basso costo.

Risulta infine chiaro che a quanto qui descritto ed illustrato possono essere apportate modifiche e varianti senza per questo uscire dall'ambito di protezione della presente invenzione, come definito nelle rivendicazioni allegate.

In particolare, è chiaro che il procedimento di fabbricazione descritto è facilmente applicabile a dispositivi aventi qualsiasi tipo di geometria o struttura, realizzati su substrati 10 rigidi o flessibili, opachi o trasparenti, organici, quali ad esempio plastica, polimeri, carta e tessuto; inorganici,

quali ad esempio vetro, silicio, metallo e ceramica; ed ibridi, come ad esempio materiali organici-inorganici multistrato.

Inoltre, tale procedimento può essere utilizzato per la realizzazione di ulteriori dispositivi elettronici organici di tipo ottico, quali ad esempio celle fotovoltaiche, rivelatori ottici e transistori TFT (Thin Film Transistor).

Eventualmente tutti gli elettrodi dei componenti elementari 16 possono essere realizzati con un metallo a bassa funzione di lavoro e disposti interamente all'interno dello spazio di incapsulamento 19, ed essere contattati elettricamente mediante la struttura a doppio contatto precedentemente descritta.

I contatti elettrici 12 per gli elettrodi possono inoltre essere scomposti in ulteriori parti distinte, tra loro collegate elettricamente e meccanicamente, almeno una delle quali fuoriesca dallo spazio di incapsulamento 19.

RIVENDICAZIONI

1. Dispositivo elettronico organico, comprendente:

- un substrato (10);

- almeno un primo ed un secondo componente elementare (16) disposti al di sopra di detto substrato (10), ciascuno di detti primo e secondo componente elementare (16) essendo provvisto di un rispettivo primo elettrodo (11) disposto al di sopra di detto substrato (10), di una rispettiva regione di materiale organico (14) disposta al di sopra di detto primo elettrodo (11), e di un rispettivo secondo elettrodo (15) disposto al di sopra di detta regione di materiale organico (14), almeno parzialmente in corrispondenza di detto primo elettrodo (11); ed

- una struttura di incapsulamento (17; 22) definente uno spazio di incapsulamento (19) isolato da un ambiente esterno, ed atta a proteggere detti primo e secondo componente elementare (16) da detto ambiente esterno,

caratterizzato dal fatto che le regioni di materiale organico (14) di detti primo e secondo componente elementare (16) sono separate e distinte tra loro, e sono disposte interamente all'interno di detto spazio di incapsulamento (19).

2. Dispositivo secondo la rivendicazione 1, in cui almeno uno tra detti primo e secondo elettrodo (11, 15) di detti primo e secondo componente elementare (16) è disposto interamente all'interno di detto spazio di incapsulamento (19), e ciascuno di detti primo e secondo componente elementare (16) è provvisto inoltre di un elemento di contatto elettrico (12), disposto almeno parzialmente all'esterno di detto spazio di incapsulamento (19) e collegato elettricamente a detto almeno uno tra detti primo e secondo elettrodo (11, 15).

3. Dispositivo secondo la rivendicazione 2, in cui detto almeno uno tra detti primo e secondo elettrodo (11, 15) è disposto sopra detto substrato (10).

4. Dispositivo secondo la rivendicazione 2 o 3, in cui detto almeno uno tra detti primo e secondo elettrodo (11, 15) è costituito da un primo materiale conduttore avente una prima reattività nei confronti di agenti atmosferici, e detto elemento di contatto elettrico (12) è costituito da un secondo materiale conduttore avente una seconda reattività nei confronti di detti agenti atmosferici, detta prima reattività avendo valore maggiore di detta seconda reattività.

5. Dispositivo secondo la rivendicazione 4, in cui l'altro tra detti primo e secondo elettrodo (11, 15)

comprende una porzione attiva (11a, 15a) disposta interamente all'interno di detto spazio di incapsulamento (19), a contatto di una rispettiva regione di materiale organico (14), ed una porzione di polarizzazione (11b, 15b) estendentesi almeno in parte all'esterno di detto spazio di incapsulamento (19); detto altro tra detti primo e secondo elettrodo (11, 15) essendo costituito di detto secondo materiale conduttore.

6. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detta struttura di incapsulamento (17; 22) è accoppiata a tenuta a detto substrato (10) al di sopra di detti primo e secondo componente elementare (16), ed in particolare comprende: una lastra incapsulante (17) accoppiata a detto substrato (10) mediante resina sigillante (18); oppure uno strato incapsulante (22) disposto al di sopra e a contatto di detti secondi elettrodi (15).

7. Dispositivo secondo la rivendicazione 6, in cui detta lastra incapsulante (17) o detto strato incapsulante (22) sono costituiti di materiale trasparente.

8. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, comprendente inoltre una

pluralità di ulteriori componenti elementari (16), disposti, con detti primo e secondo componente elementare (16), a formare una matrice.

9. Dispositivo secondo una qualsiasi delle rivendicazioni precedenti, in cui detti primo e secondo componente elementare (16) sono scelti tra: OLED "top" o "bottom emitting", celle fotovoltaiche, TFT, rivelatori ottici, o altri componenti elettronici costituiti in tutto o in parte con materiali organici.

10. Procedimento di fabbricazione di un dispositivo elettronico organico, comprendente le fasi di:

- predisporre un substrato (10);
- formare primi elettrodi (11) al di sopra di detto substrato (10);
- formare regioni di materiale organico (14) al di sopra di detti primi elettrodi (11);
- formare secondi elettrodi (15) al di sopra di dette regioni di materiale organico (14), almeno parzialmente in corrispondenza di detti primi elettrodi (11), ciascuna di dette regioni di materiale organico (14) essendo interposta tra un rispettivo di detti primi (11) e di detti secondi (15) elettrodi, formando così un rispettivo componente elementare (16) di detto dispositivo elettronico organico; e

- formare una struttura di incapsulamento (17; 22) definente uno spazio di incapsulamento (19) isolato da un ambiente esterno, ed atta a proteggere i componenti elementari (16) da detto ambiente esterno,

caratterizzato dal fatto che detta fase di formare regioni di materiale organico comprende definire selettivamente dette regioni di materiale organico (14) in corrispondenza di detti primi elettrodi (11), in modo che dette regioni di materiale organico (14) siano separate e distinte tra loro; e dal fatto che formare una struttura di incapsulamento comprende disporre detta struttura di incapsulamento (17; 22) in modo tale che dette regioni di materiale organico (14) siano disposte interamente all'interno di detto spazio di incapsulamento (19).

11. Procedimento secondo la rivendicazione 10, in cui detta fase di definire selettivamente comprende deporre o evaporare selettivamente dette regioni di materiale organico (14).

12. Procedimento secondo la rivendicazione 10 o 11, comprendente inoltre formare elementi di contatto elettrico (12) durante detta fase di formare primi elettrodi (11); ed in cui detta fase di formare secondi

elettrodi comprende contattare elettricamente detti secondi elettrodi (15) con detti elementi di contatto elettrico (12); e detta fase di formare una struttura di incapsulamento comprende disporre detta struttura di incapsulamento (17; 22) in modo tale che detti secondi elettrodi (15) siano disposti interamente all'interno di detto spazio di incapsulamento (19), e detti elementi di contatto elettrico (12) siano disposti parzialmente all'esterno di detto spazio di incapsulamento (19).

13. Procedimento secondo la rivendicazione 10 o 11, comprendente inoltre formare elementi di contatto elettrico (12) al di sopra di detto substrato (10); ed in cui detta fase di formare primi elettrodi comprende contattare elettricamente detti primi elettrodi (11) con detti elementi di contatto elettrico (12), e detta fase di formare una struttura di incapsulamento comprende disporre detta struttura di incapsulamento (17; 22) in modo tale che detti primi elettrodi (11) siano disposti interamente all'interno di detto spazio di incapsulamento (19), e detti elementi di contatto elettrico (12) siano disposti parzialmente all'esterno di detto spazio di incapsulamento (19).

14. Procedimento secondo la rivendicazione 12 o 13, in cui detti primi o detti secondi elettrodi (11, 15)

sono costituiti da un primo materiale conduttore avente una prima reattività nei confronti di agenti atmosferici, e detti elementi di contatto elettrico (12) sono costituiti da un secondo materiale conduttore avente una seconda reattività nei confronti di detti agenti atmosferici, detta prima reattività avendo valore maggiore di detta seconda reattività.

15. Procedimento secondo una qualsiasi delle rivendicazioni 10-14, in cui detta fase di formare una struttura di incapsulamento (17; 22) comprende accoppiare a tenuta detta struttura di incapsulamento a detto substrato (10) al di sopra di detti componenti elementari (16), ed in particolare: accoppiare una lastra incapsulante (17) a detto substrato (10) mediante resina sigillante (18); oppure depositare uno strato incapsulante (22) al di sopra e a contatto di detti secondi elettrodi (15).

16. Procedimento secondo la rivendicazione 15, in cui detta lastra incapsulante (17) o detto strato incapsulante (22) sono costituiti di materiale trasparente.

p.i.: 1) STMICROELECTRONICS S.R.L.

2) ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E L'AMBIENTE - ENEA

Lorenzo NANNUCCI

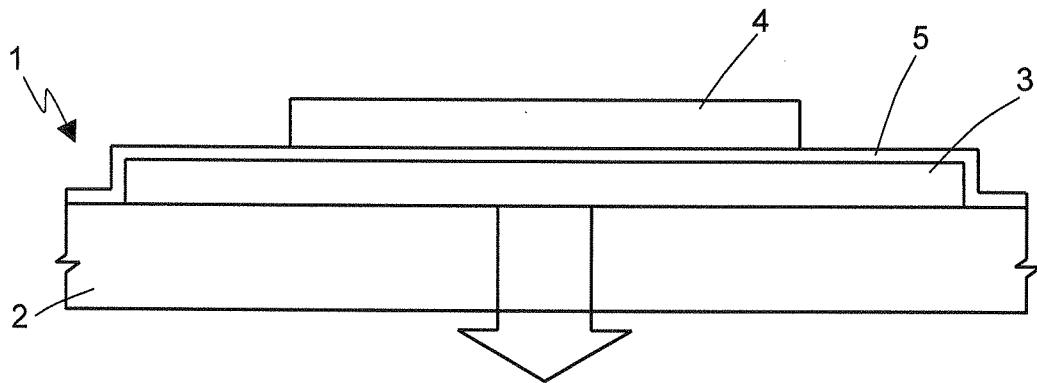


Fig.1

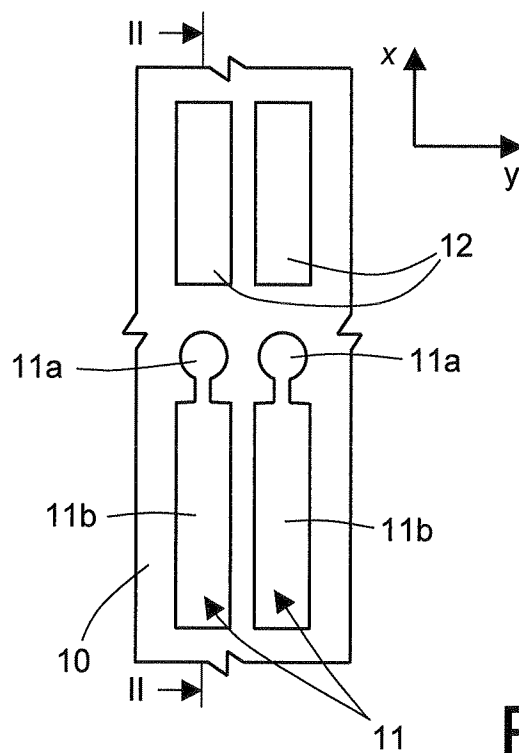


Fig.2a

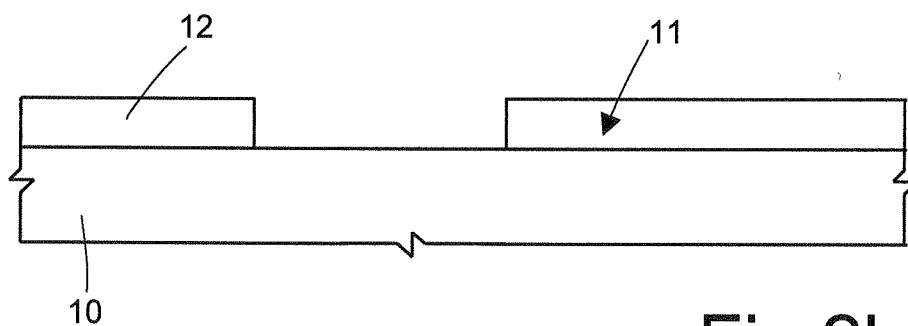


Fig.2b

p.i.: 1) STMICROELECTRONICS S.R.L.

2) ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E L'AMBIENTE - ENEA

Lorenzo NANNUCCI

(Iscrizione Albo nr. 1214B)

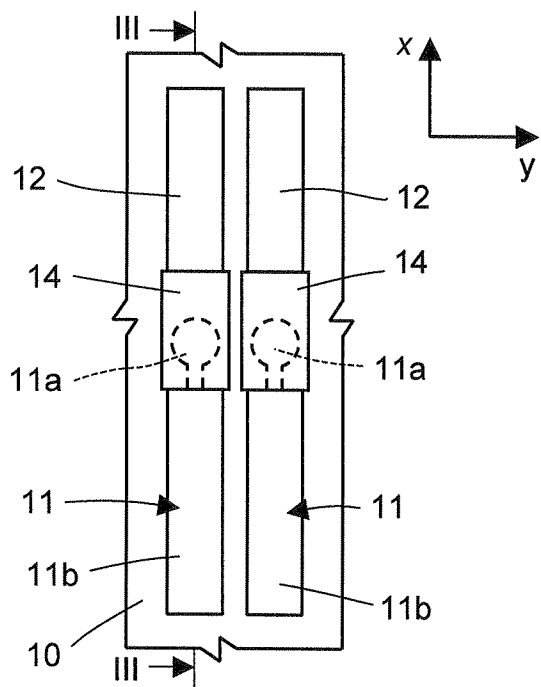


Fig.3a

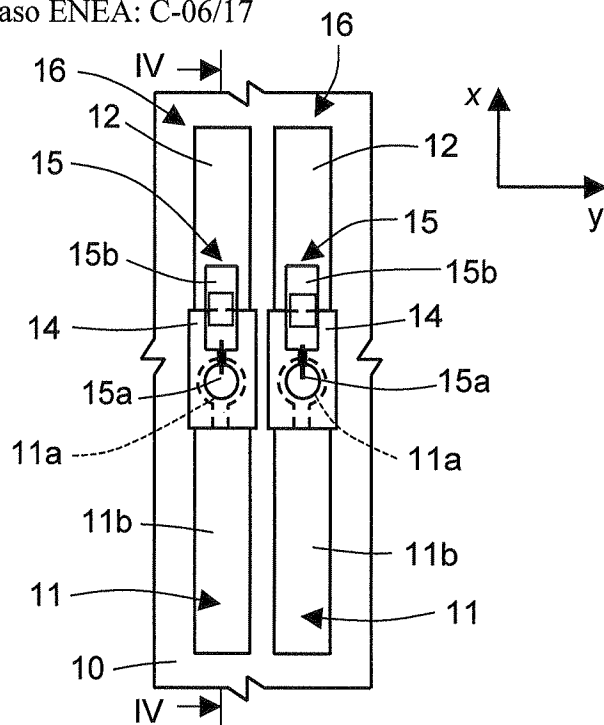


Fig.4a

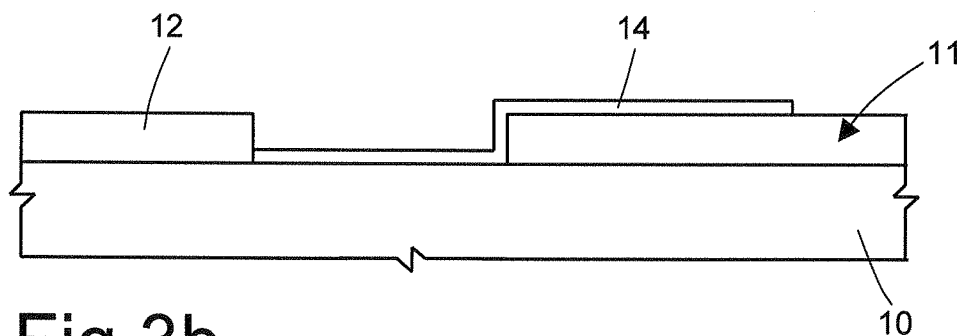


Fig.3b

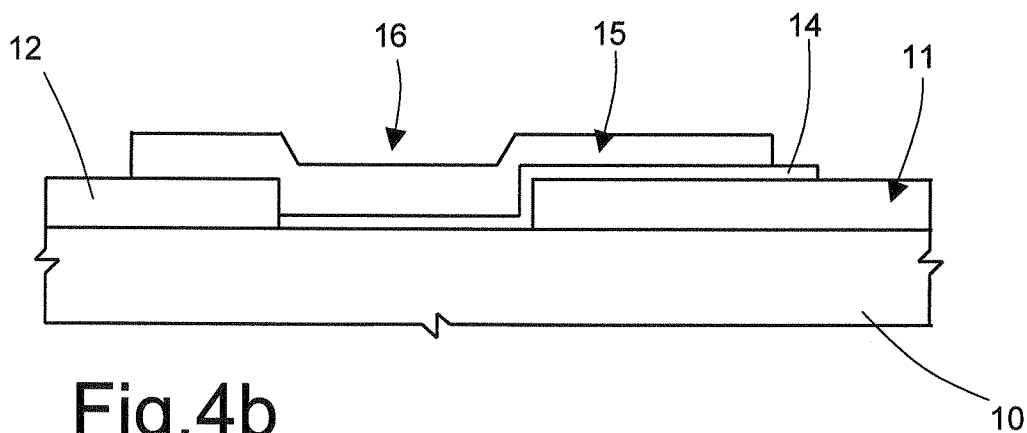


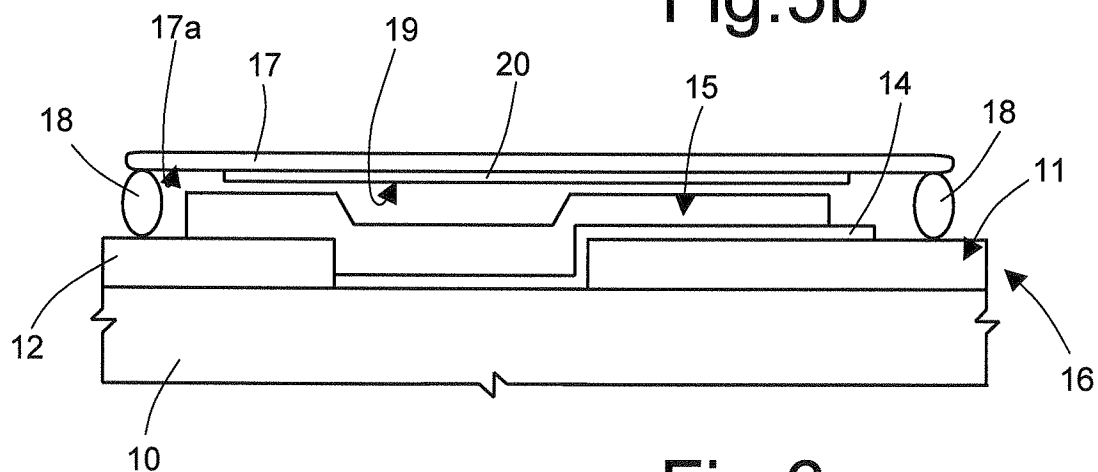
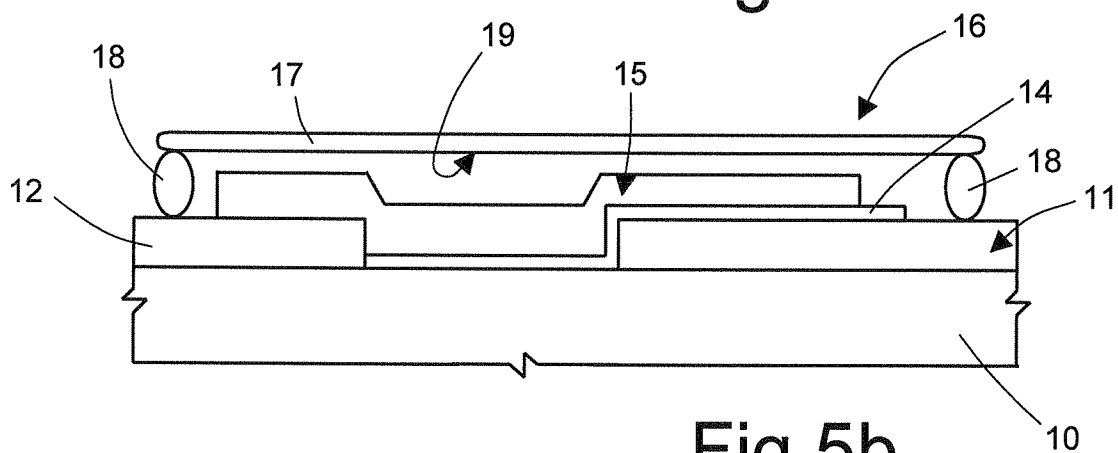
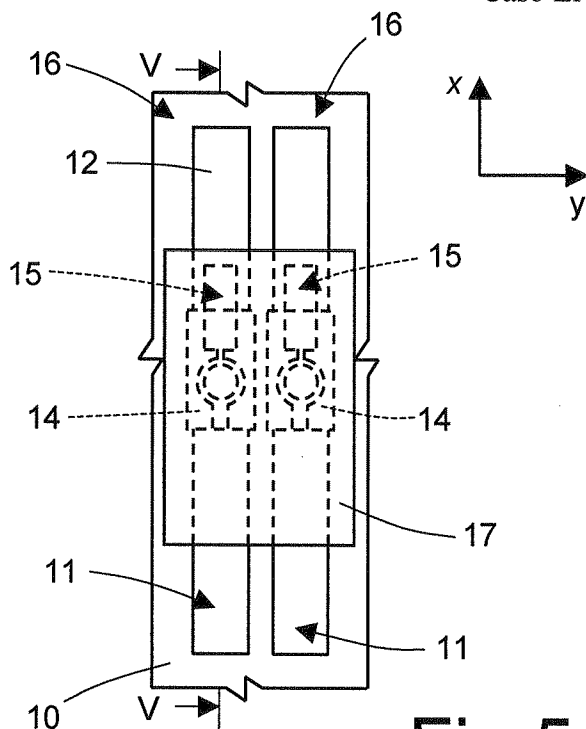
Fig.4b

p.i.: 1) STMICROELECTRONICS S.R.L.

2) ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E L'AMBIENTE – ENEA

Lorenzo NANNUCCI

(Iscrizione Albo nr. 1214B)



p.i.: 1) STMICROELECTRONICS S.R.L.

2) ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E L'AMBIENTE – ENEA

Lorenzo NANNUCCI

(Iscrizione Albo nr. 1214B)

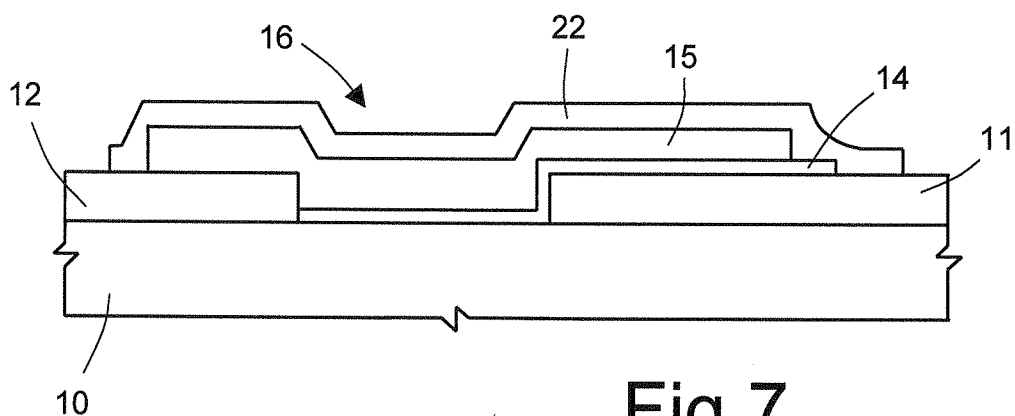


Fig.7

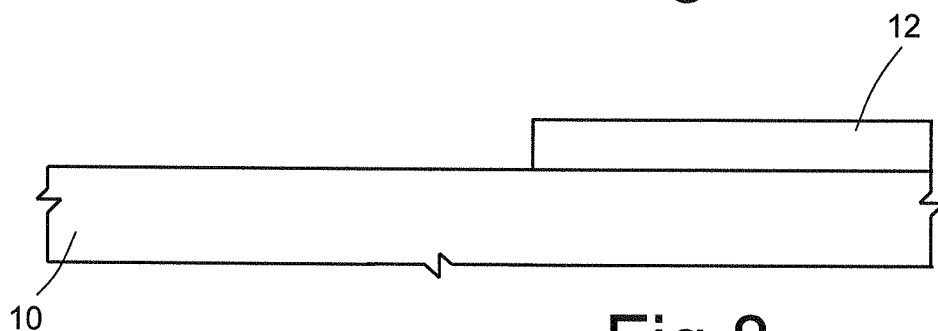


Fig.8

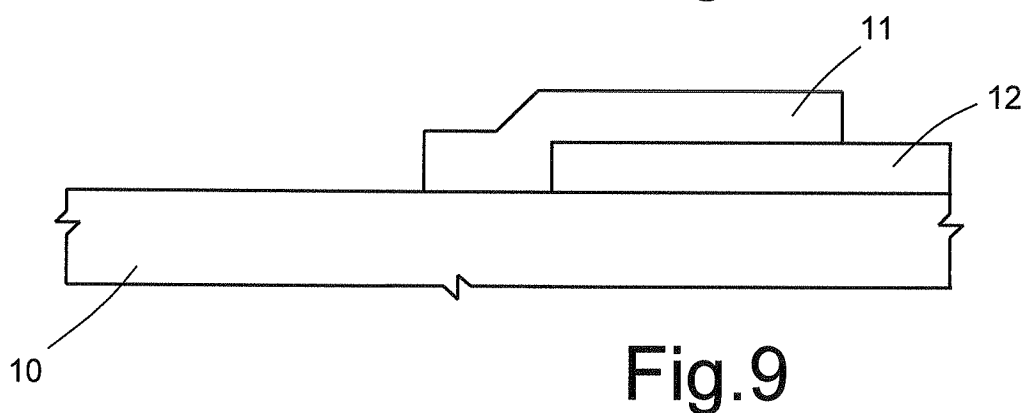


Fig.9

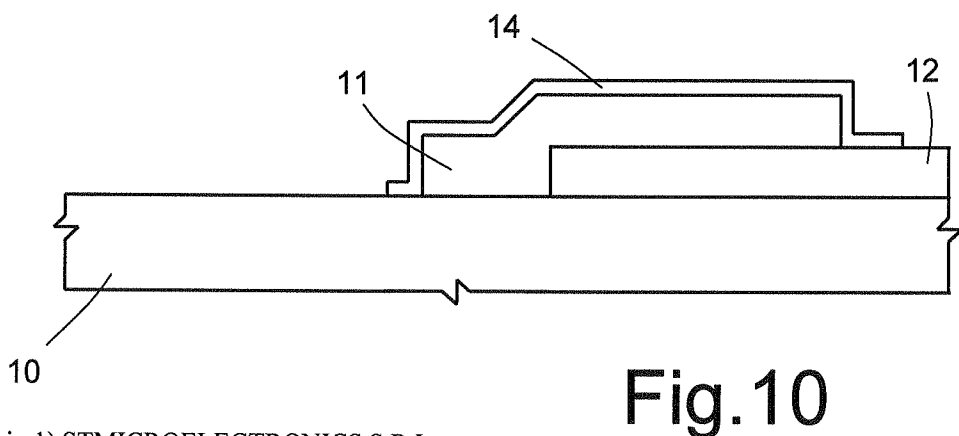


Fig.10

p.i.: 1) STMICROELECTRONICS S.R.L.

2) ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E L'AMBIENTE – ENEA

Lorenzo NANNUCCI

(Iscrizione Albo nr. 1214B)

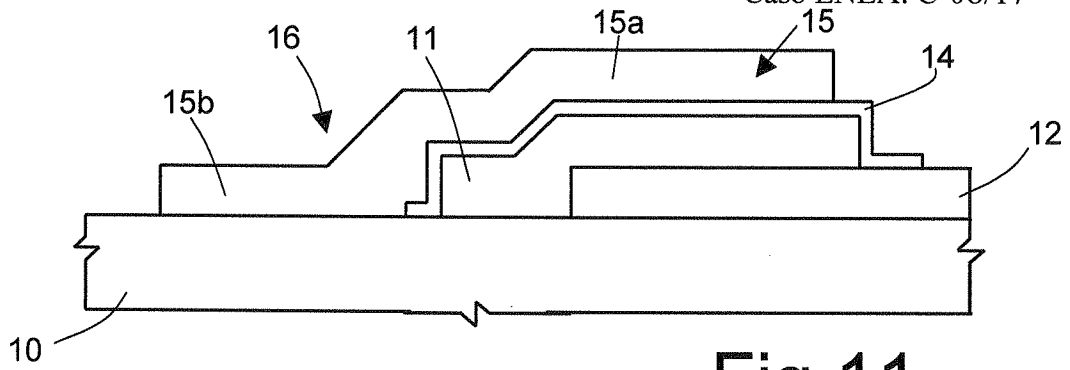


Fig.11

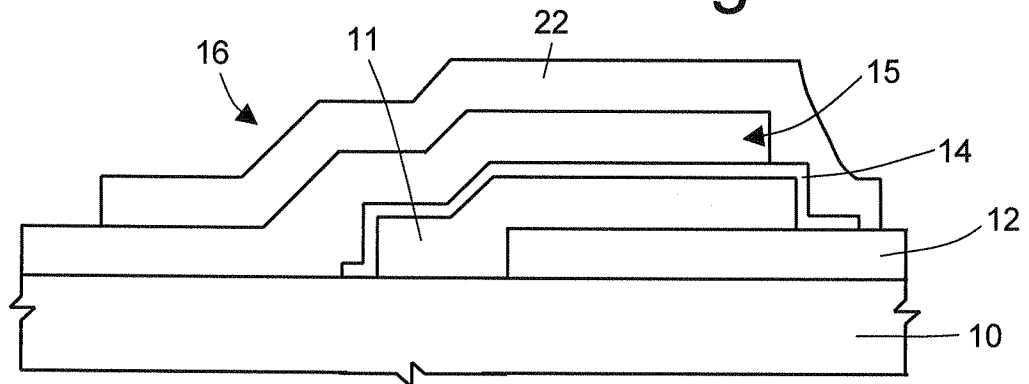


Fig.12

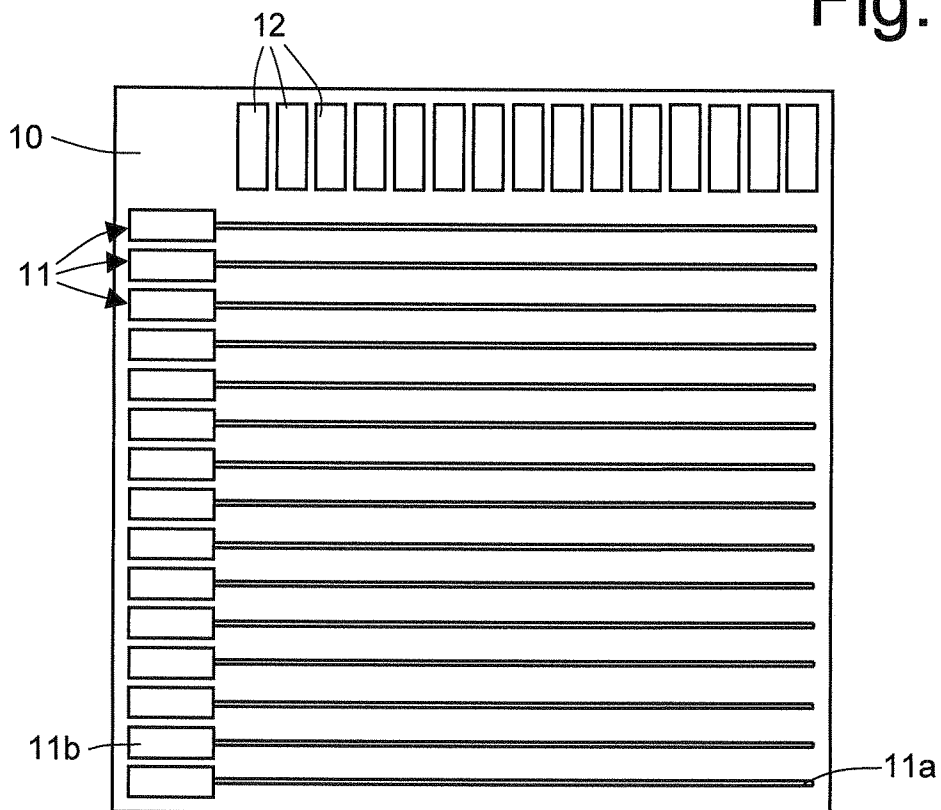


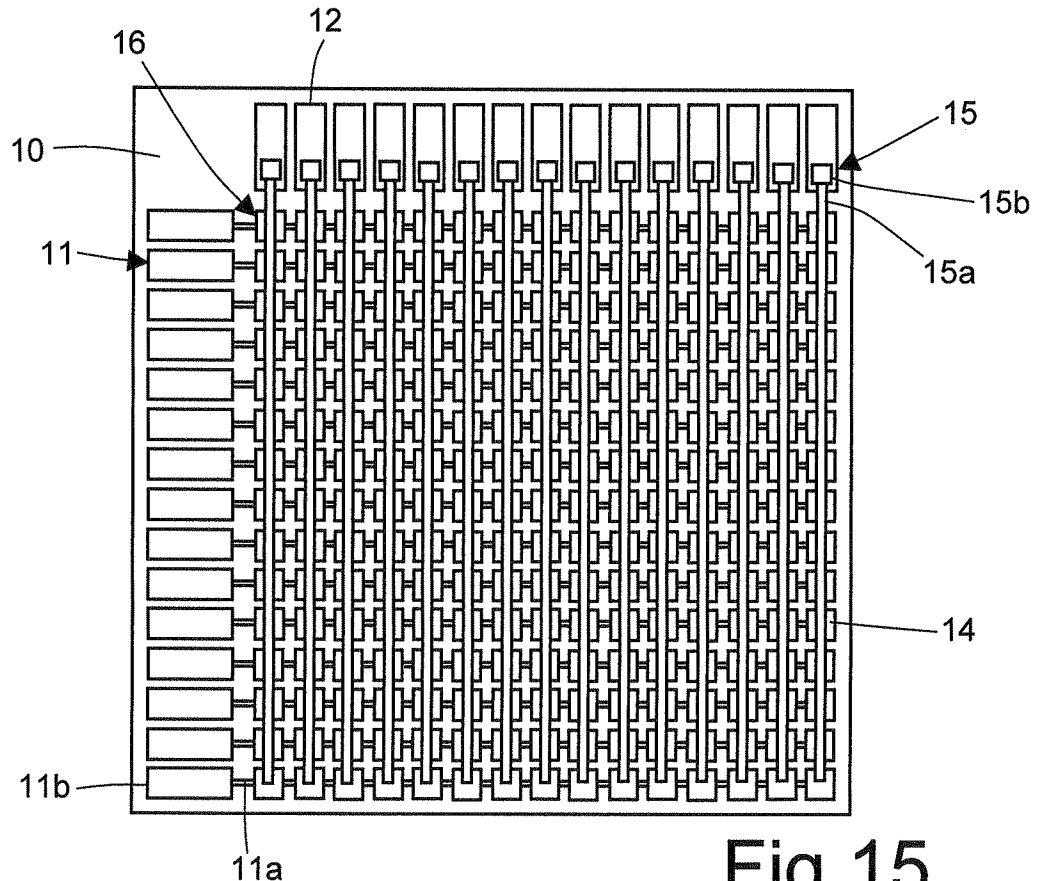
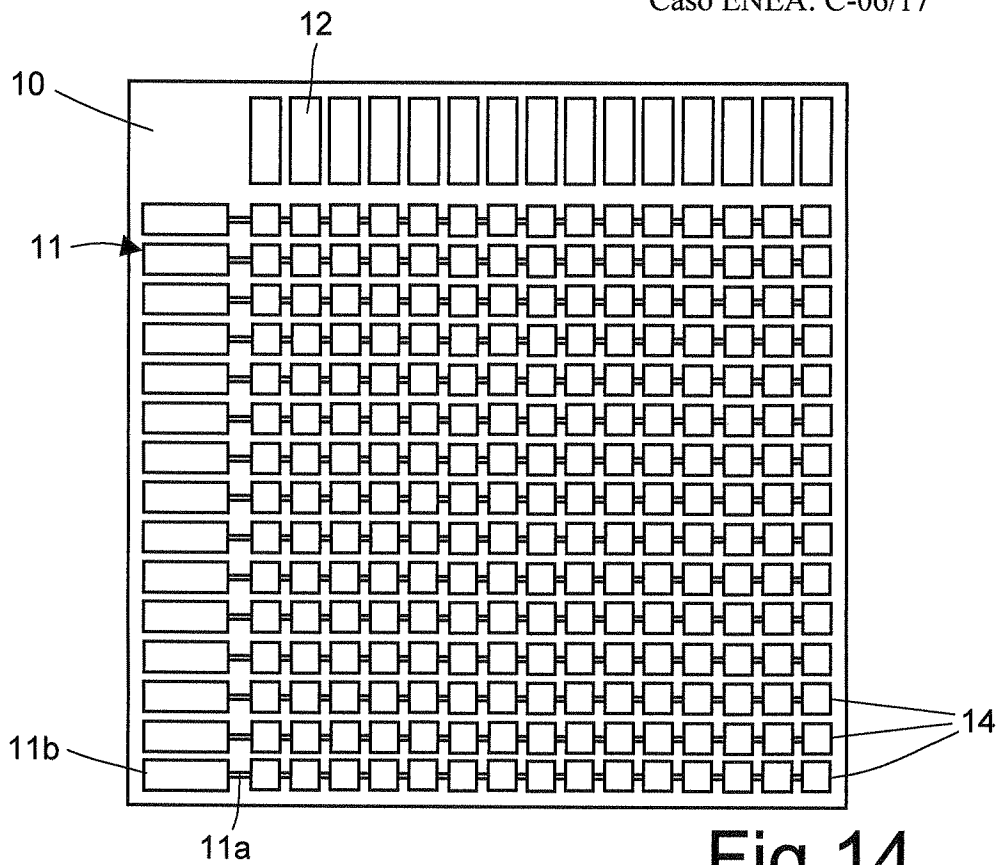
Fig.13

p.i.: 1) STMICROELECTRONICS S.R.L.

2) ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E L'AMBIENTE – ENEA

Lorenzo NANNUCCI

(Iscrizione Albo nr. 1214B)



p.i.: 1) STMICROELECTRONICS S.R.L.

2) ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E L'AMBIENTE – ENEA

Lorenzo NANNUCCI

(Iscrizione Albo nr. 1214B)

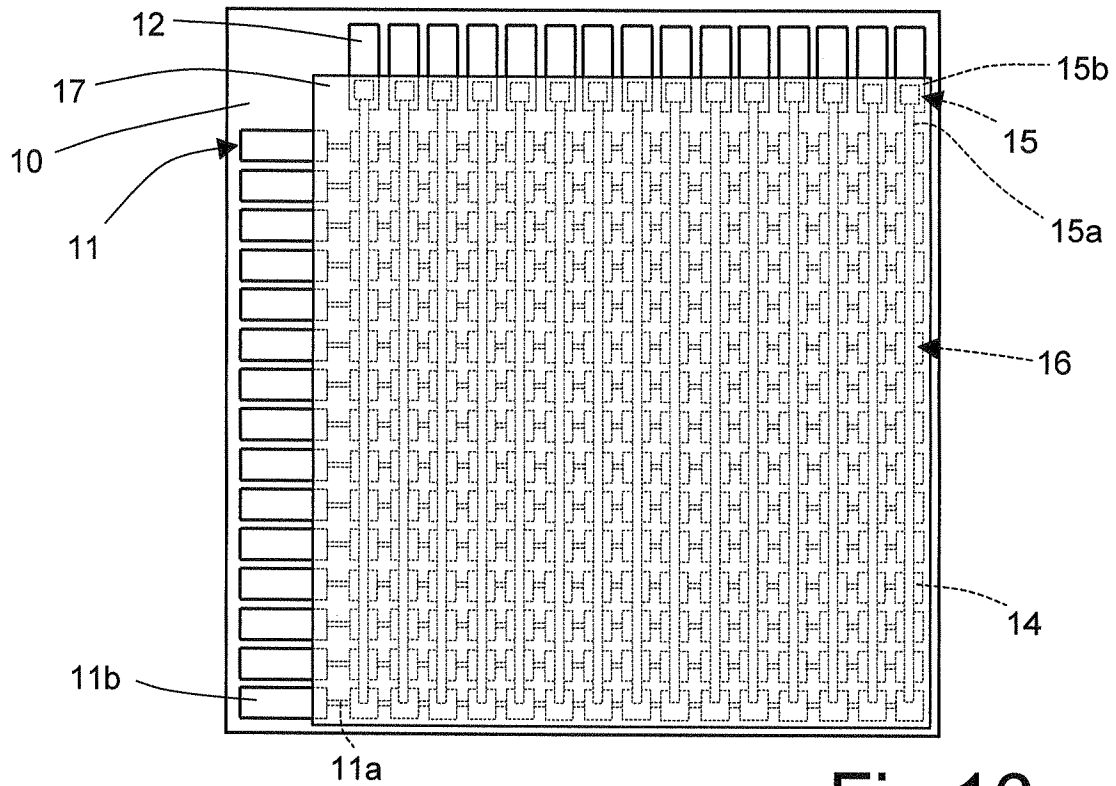


Fig.16

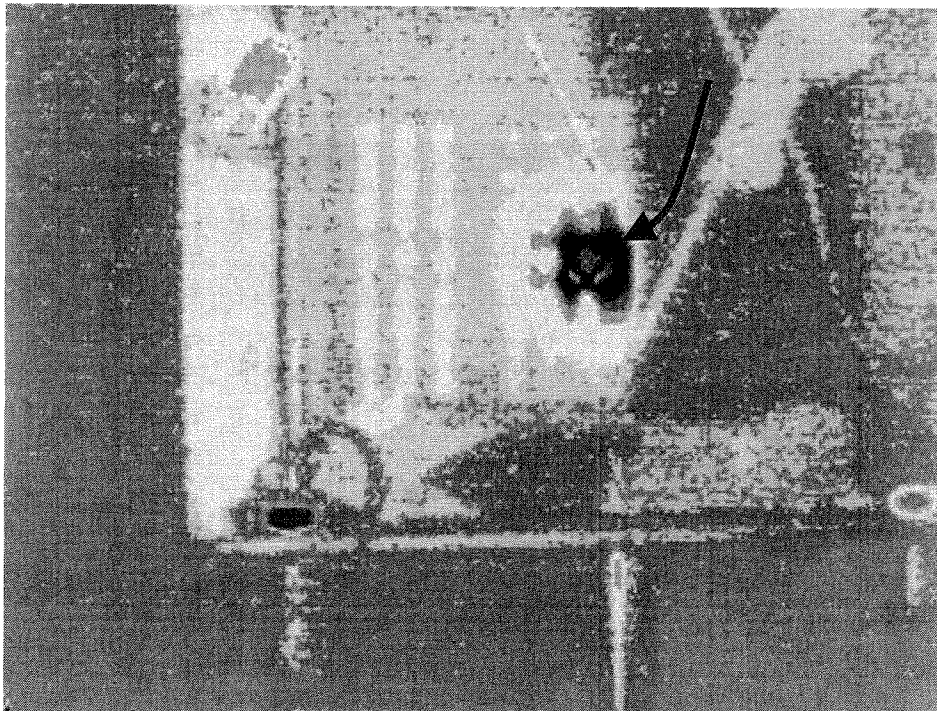


Fig.17

p.i.: 1) STMICROELECTRONICS S.R.L.

2) ENTE PER LE NUOVE TECNOLOGIE, L'ENERGIA E L'AMBIENTE – ENEA

Lorenzo NANNUCCI

(Iscrizione Albo nr. 1214B)