

(19) 日本国特許庁(JP)

(12) 特許公報(B2)

(11) 特許番号

特許第4934774号
(P4934774)

(45) 発行日 平成24年5月16日(2012.5.16)

(24) 登録日 平成24年3月2日(2012.3.2)

(51) Int.Cl.		F I	
HO 1 L 51/50	(2006.01)	HO 5 B 33/14	A
HO 5 B 33/22	(2006.01)	HO 5 B 33/22	Z
HO 5 B 33/26	(2006.01)	HO 5 B 33/26	Z
GO 9 F 9/30	(2006.01)	GO 9 F 9/30	3 6 5 Z
HO 1 L 27/32	(2006.01)		

請求項の数 21 (全 16 頁)

(21) 出願番号 特願2006-240342 (P2006-240342)
 (22) 出願日 平成18年9月5日(2006.9.5)
 (65) 公開番号 特開2008-66385 (P2008-66385A)
 (43) 公開日 平成20年3月21日(2008.3.21)
 審査請求日 平成21年8月3日(2009.8.3)

(73) 特許権者 000002897
 大日本印刷株式会社
 東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号
 (74) 代理人 100079119
 弁理士 藤村 元彦
 (72) 発明者 中村 健二
 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
 (72) 発明者 秦 拓也
 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
 (72) 発明者 吉澤 淳志
 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

最終頁に続く

(54) 【発明の名称】 有機発光トランジスタ及び表示装置

(57) 【特許請求の範囲】

【請求項1】

ソ - ス電極層と、前記ソ - ス電極層に対向するドレイン電極層と、前記ソ - ス電極層及び前記ドレイン電極層の間に形成された有機発光層と、前記有機発光層及び前記ソ - ス電極層の間に形成された半導体層と、前記ソ - ス電極層における前記ドレイン電極層と対向している面の反対側にゲ - ト絶縁膜を介して配置されたゲ - ト電極層と、を有する有機発光トランジスタであって、

前記有機発光層及び前記ソ - ス電極層の間に形成されかつ開口を有する電荷規制層と、前記電荷規制層及び前記ソ - ス電極層の間に形成されかつ前記ソ - ス電極層から前記開口へ電荷を中継する中継領域と、を有することを特徴とする有機発光トランジスタ。

10

【請求項2】

前記ソ - ス電極層は開口を有し、前記電荷規制層の前記開口を画定する部分は前記ソ - ス電極層の前記開口を画定する縁部を覆うように形成されていることを特徴とする請求項1記載の有機発光トランジスタ。

【請求項3】

前記電荷規制層の前記開口は前記ソ - ス電極層から供給される電荷の流れを狭窄するように形成されていることを特徴とする請求項1記載の有機発光トランジスタ。

【請求項4】

前記電荷規制層の前記有機発光トランジスタ内に占める面積が、前記ソ - ス電極層と同じもしくは大であることを特徴とする請求項1～3のいずれかに記載の有機発光トランジ

20

スタ。

【請求項 5】

前記電荷規制層は絶縁材料もしくは前記半導体層と逆の極性を持つ半導体材料からなることを特徴とする請求項 1 ~ 4 のいずれかに記載の有機発光トランジスタ。

【請求項 6】

前記電荷規制層の厚さがソ - ス電極層と同じかそれ以上の厚さを持つことを特徴とする請求項 1 ~ 5 のいずれかに記載の有機発光トランジスタ。

【請求項 7】

前記半導体層が、有機半導体材料、もしくは無機酸化物半導体材料からなる請求項 1 ~ 6 のいずれかに記載の有機発光トランジスタ。

10

【請求項 8】

前記半導体層と前記有機発光層の間に 1 層以上の電荷輸送層を有することを特徴とする請求項 1 ~ 7 のいずれかに記載の有機発光トランジスタ。

【請求項 9】

前記ドレイン電極層と前記有機発光層の間に電荷注入層もしくは 1 層以上の電荷輸送層もしくはその両方を有することを特徴とする請求項 1 ~ 8 のいずれかに記載の有機発光トランジスタ。

【請求項 10】

前記電荷規制層の前記ソ - ス電極層側のみを覆う絶縁性材料からなる絶縁膜を有することを特徴とする請求項 1 ~ 9 のいずれかに記載の有機発光トランジスタ。

20

【請求項 11】

前記半導体層が、p 型半導体材料又は n 型半導体材料からなることを特徴とする請求項 1 ~ 10 のいずれかに記載の有機発光トランジスタ。

【請求項 12】

前記ゲ - ト電極層又はドレイン電極層、もしくはその両方が、前記有機発光層材料から得られる発光波長の 10 % 以上を透過することを特徴とする請求項 1 ~ 11 のいずれかに記載の有機発光トランジスタ。

【請求項 13】

請求項 1 ~ 12 のいずれかに記載の有機発光トランジスタをマトリクス状に複数配置した表示装置であって、前記有機発光トランジスタごとに前記ゲ - ト電極層に電氣的に接続された少なくとも 1 つのスイッチング素子を有することを特徴とする表示装置。

30

【請求項 14】

前記有機発光トランジスタの前記ソース電極層又は前記ドレイン電極層に電力を供給する配線と、前記スイッチング素子のオンオフの電圧情報を前記ゲ - ト電極層に印加する配線と、を有することを特徴とする請求項 13 記載の表示装置。

【請求項 15】

前記有機発光トランジスタと、前記ソ - ス電極層と前記ドレイン電極層との間に一定電圧を印加する第 1 電圧供給手段と、前記ソ - ス電極層と前記ゲ - ト電極層との間に可変電圧を印加する第 2 供給手段とを有することを特徴とする請求項 13 又は 14 記載の表示装置。

40

【請求項 16】

前記スイッチング素子は、前記ゲ - ト絶縁膜と同一材料からなる絶縁膜を有することを特徴とする請求項 13 ~ 15 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 17】

前記スイッチング素子の前記絶縁膜と前記ゲ - ト絶縁膜を同時に作製したことを特徴とする請求項 13 ~ 16 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 18】

前記スイッチング素子は、前記電荷規制層と同一材料からなる絶縁膜を有することを特徴とする請求項 13 ~ 17 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 19】

50

前記スイッチング素子の前記絶縁膜と前記電荷規制層を同時に作製したことを特徴とする請求項 13 ~ 18 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 20】

前記スイッチング素子は、前記有機発光トランジスタの前記半導体層と同一材料からなる半導体層を有することを特徴とする請求項 13 ~ 19 のいずれかに記載の表示装置。

【請求項 21】

前記スイッチング素子の前記半導体層と前記有機発光トランジスタの前記半導体層を同時に作製したことを特徴とする請求項 20 に記載の表示装置。

【発明の詳細な説明】

【技術分野】

10

【0001】

本発明は、電荷輸送性（正孔又は電子の移動性）を有する化合物を利用し、かかる化合物からなる有機発光層を備えた有機発光トランジスタ及び表示装置に関する。

【背景技術】

【0002】

現在、電界を印加して発光させる例えば物質における電荷（正孔又は電子）の再結合によるエレクトロルミネセンス（以下、単に EL という）を利用している発光素子が着目されている。例えば、有機化合物材料を用いた注入型の有機 EL 素子による表示パネルを搭載した EL 表示装置が開発されている。有機 EL 素子には、赤色で発光する構造を有する赤色 EL 素子、緑色で発光する構造を有する緑色 EL 素子、及び青色で発光する構造を有する青色 EL 素子がある。これら赤、青、緑 RGB で発光する 3 つの有機 EL 素子を 1 画素発光ユニットとして、複数画素をパネル部上にマトリクス状に配列すればカラー表示装置を実現することができる。かかるカラー表示装置による表示パネルの駆動方式として、パッシブマトリクス駆動型と、アクティブマトリクス駆動型が知られている。アクティブマトリクス駆動型の EL 表示装置は、パッシブマトリクス型のものに比べて、低消費電力であり、また画素間のクロストークが少ないなどの利点を有し、特に大画面表示装置や高精細度表示装置に適している。

20

【0003】

アクティブマトリクス駆動型の EL 表示装置の表示パネルには、陽極電源供給線、陰極電源供給線、水平走査を担う走査線及び各走査線に交叉して配列されたデータ線が格子状に形成されている。走査線及びデータ線の各 RGB 交差部に RGB サブピクセルが形成されている。サブピクセル毎に、走査線選択用の電界効果トランジスタ（FET: Field Effect Transistor）のゲートには走査線が接続され、そのドレインにはデータ線が接続されて、そのソースには発光駆動用の FET のゲートが接続されている。発光駆動 FET のソースには陽極電源供給線を介して駆動電圧が印加され、そのドレインには EL 素子の陽極端が接続されている。発光駆動 FET のゲート及びソース間にはキャパシタが接続されている。更に、EL 素子の陰極端には、陰極電源供給線を介して接地電位が印加される。

30

【0004】

例えば、先行発明（特許文献 1 参照）では、図 1 に示すように、基体上に、陽極と、発光材料層を介して少なくともその一部が対向して設置されている陰極とからなる発光体において、陽極の発光材料層を介して陰極と対向している面と反対側の面に、絶縁膜を介して補助電極が形成されている有機発光トランジスタ構造において、陽極及び陰極の間に印加する電圧方向と同方向になるように、補助電極と陰極との間に電圧を印加する。有機発光トランジスタを用いて多色の有機 EL ディスプレイとする場合、輝度を変化させるためには有機発光層に用いる材料を変更することとそれぞれの発光材料特性に応じた電圧制御とが必要である。

40

【特許文献 1】特開 2002 - 343578 公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0005】

50

先行発明によれば、ゲート電極に印加するゲート電圧によりソースドレイン間を流れる電流量を変化させることができるので、ソースドレイン間に何らかの絶縁膜を形成しない場合には、ゲート電圧によらない電流成分が支配的となり、ゲート電圧による電流と輝度の変化が得られない。そこで、例えば、絶縁膜をソース電極と接触するように成膜した場合、ソース電極をゲート絶縁膜上に形成してあるので、絶縁膜があることで半導体とソース電極との電気的な接触が悪くなり、最悪の場合にはソースドレイン間に100V以上の大きな電圧を印加しても発光が確認できるほどの電流が流れないという問題点があった。

【0006】

さらに、有機EL素子に代表される従来の有機発光素子は基本的にダイオード特性を示す素子であり、製品化されているものはほとんどパッシブマトリクス駆動によるものである。パッシブマトリクス駆動法では、線順次駆動を行うため瞬間的に高い輝度を必要とし、走査線数の限界数が限られてしまうため高精細な表示装置を得ることが難しかった。近年ではポリシリコンなどを用いたTFTを用いた有機ELディスプレイが検討されているが、プロセス温度が高い、単位面積あたりの製造コストが高く大画面化に向かない。また有機ELをTFTを用いてアクティブ駆動させる際には1画素内に2つ以上のトランジスタと1つ以上のコンデンサを配置しなければならないために開口率が下がる一方で、有機EL素子をそれぞれの発光材料特性に応じた電圧制御を行いつつ高輝度で発光させなければならない、などの問題があった。

【0007】

本発明の解決しようとする課題には、有機発光層の電圧制御を行いつつ発光効率を向上できる有機発光トランジスタ及び表示装置を提供することが一例として挙げられる。

【課題を解決するための手段】

【0008】

請求項1記載の有機発光トランジスタは、ソース電極層と、前記ソース電極層に対向するドレイン電極層と、前記ソース電極層及び前記ドレイン電極層の間に形成された有機発光層と、前記有機発光層及び前記ソース電極層の間に形成された半導体層と、前記ソース電極層における前記ドレイン電極層と対向している面の反対側にゲート絶縁膜を介して配置されたゲート電極層と、を有する有機発光トランジスタであって、

前記有機発光層及び前記ソース電極層の間に形成されかつ前記有機発光層へ電荷を通過させる開口を有する電荷規制層と、

前記電荷規制層及び前記ソース電極層の間に形成されかつ前記ソース電極層から前記開口へ電荷を中継する中継領域と、を有することを特徴とする。

【0009】

かかる有機発光トランジスタにおいては、ソース電極層と電荷規制層を接触させずにソース電極層と電荷規制層が半導体層などの中継領域を介して積層されている。かかる有機発光トランジスタは、ソース電極層と電荷規制層を分離して形成することにより、ソース電極層と半導体層の良好な電気的接触を確保したまま、OFF電流を低減することが可能になる。

【0010】

請求項13記載の表示装置は、かかる有機発光トランジスタをマトリクス状に複数配置した表示装置であって、前記有機発光トランジスタごとに前記ゲート電極層に電気的に接続された少なくとも1つのスイッチング素子を有することを特徴とする。

【0011】

かかる有機発光トランジスタを用いた表示装置を作製する際には少なくとも1つの電界効果トランジスタなどのスイッチング素子が必要となるが、このスイッチング素子を水や活性ガスなどからの影響を受けにくくするための保護膜を電荷規制層を作製する際に同時に形成できる。

【発明を実施するための形態】

【0012】

以下に本発明の実施形態の有機発光トランジスタを図面を参照しつつ説明する。

【0013】

<実施形態1>

図2は、本発明の実施形態における、対向する1対の電極（ソース電極4及びドレイン電極層7）の間に成膜された有機発光層6を備えた基板1上に形成された有機発光トランジスタ114を示す。

【0014】

有機発光トランジスタ114は、基板1上に、ゲート電極層2、ゲート絶縁膜3、開口1を有するソース電極層4（陽極）、半導体層5、電荷規制層BF、有機発光層6、ドレイン電極層7（陰極）、を順に形成してなる。すなわち、有機発光トランジスタは、平行に対向するソース電極層4及びドレイン電極層7の間に成膜された有機発光層6と、有機発光層6及びソース電極層4の間に成膜された半導体層5と、ソース電極層4におけるドレイン電極層7と対向している面の反射側にゲート絶縁膜3を介して配置されたゲート電極層2と、を備える。この有機発光トランジスタにおいて、電荷規制層BFは、ソース電極層4とドレイン電極層7の間に半導体層5を介してソース電極層4を覆うように形成されており、素子内での電荷規制層BFが占める面積がソース電極層4の占める面積と同じもしくは大である。電荷規制層BFの開口2を画定する部分はソース電極層4の開口1を画定する縁部を覆うように形成されている。電荷規制層BFは、有機発光層6へ電荷を供給する開口2を有するが、開口2はソース電極層4の開口1よりも面積が小である。

【0015】

ソース電極層4及び電荷規制層BFはほぼ重なり合う格子状、櫛状又は簾状の形状のパターンで成膜される。このようにすれば、半導体層5を通過するゲート電極層2による電気力線のためには都合がよい。ソース電極層4の開口1及び電荷規制層BFの開口2は閉じた線状の縁部であることには限られず、櫛状又は簾状の形状に挟まれた開口も含む。

【0016】

また、ゲート電極層2、ゲート絶縁膜3及びソース電極層4はそれぞれの電源へ接続される。すなわち、この有機発光トランジスタでは発光部ごとにゲート電極層に電氣的に接続されたスイッチング素子を備え、1対の電極に電力を供給する配線と、スイッチング素子にオンオフの電圧情報を印加する配線と、を有する。

【0017】

電荷規制層BFには、ゲート絶縁膜3に上げられるような絶縁材料が用いられる。絶縁材料のほか、電荷規制層BFには半導体層5と逆の極性を持つ半導体材料も用いられる。すなわち、半導体層5の材料と極性の異なる半導体材料（例えば半導体層5がp型の材料であれば、電荷規制層BFはn型の材料、あるいは、半導体層5がn型の材料であれば、電荷規制層BFはp型の材料）を用いることが好ましい。電荷の移動を阻害するにはエネルギー障壁が大であるほうがよいからである。電荷規制層BFに電荷が進入されなければよい。電荷規制層BFは、その開口2からのみソース電極層4から有機発光層6へ電荷が供給されるように、電荷の流れを狭窄するように形成されている。電荷規制層BFの厚さがソース電極層4と同じかそれ以上の厚さを有する。

【0018】

有機発光トランジスタ114は、電荷規制層BF及びソース電極層4の間に成膜されかつソース電極層4から供給される電荷を電荷規制層BFの開口へ中継する中継領域RLを有する。中継領域RLは半導体層5の材料と同一であり、この実施形態では半導体層5の一部として形成されている。

【0019】

本実施形態では、中継領域RLが存在するのでソース電極層4と半導体層5（中継領域RL）との電氣的接触を犠牲にすることなく電荷規制層BFが形成されている。さらに、中継領域RLにより、電荷規制層BFの面積をソース電極層4の面積よりも自由に大きく設定できることから、ソースドレイン間のリーク電流を大幅に低減できる。結果として、

10

20

30

40

50

従来素子よりも低電圧で動作し、さらにON/OFF比を大きくすることが可能となる。

【0020】

本実施形態では、ソース電極層4を形成した後に半導体層5（中継領域RL）を成膜する手法であるので、ソース電極層のエッチング時のプロセスが半導体層5に影響しない。

【0021】

<実施形態2>

実施形態2は、図3に示すように、半導体層5と有機発光層6の間に電荷輸送層CTLを挿入した以外、図2に示す有機発光トランジスタ114と同一の有機発光トランジスタである。電荷規制層BFは半導体層5及び電荷輸送層CTLの界面に配置されている。

【0022】

<実施形態3>

実施形態3は、図4に示すように、半導体層5と有機発光層6の間に電荷輸送層CTLを挿入し、さらに、ドレイン電極層7と有機発光層6の間に電荷注入層CILを挿入した以外、図2に示す有機発光トランジスタ114と同一の有機発光トランジスタである。電荷規制層BFは半導体層5及び電荷輸送層CTLの界面に配置されている。

【0023】

実施形態2、3のように、ドレイン電極層7と有機発光層6の間に電荷注入層もしくは1層以上の電荷輸送層もしくはその両方を設けることができる。

【0024】

電荷輸送層として正孔輸送層があり、電荷注入層として正孔注入層がある。これらの材料としては、トリフェニルジアミン誘導体、スチリルアミン誘導体、芳香族縮合環を有するアミン誘導体、カルバゾール誘導体、高分子材料としてはポリビニルカルバゾール及びその誘導体、ポリチオフェンなどが挙げられる。これらの化合物は2種以上を併用してもよい。一般的に、正孔輸送層は正孔注入層よりもイオン化ポテンシャルIpが大きい有機半導体材料を用いた方が好ましい。

【0025】

さらに、電荷輸送層として電子注入層があり、電荷注入層として電子注入層がある。これらの材料としては、トリス（8-キノリノラト）アルミニウム（Alq3）などの8-キノリノール又はその誘導体を配位子とする有機金属錯体などのキノリン誘導体、オキサジアゾール誘導体、ペリレン誘導体、ピリジン誘導体、ピリミジン誘導体、キノキサリン誘導体、ジフェニルキノロン誘導体、ニトロ置換フルオレン誘導体などが挙げられる。電子注入層及び又は電子輸送層は有機発光層6をかねたものであってもよく、このような場合にはトリス（8-キノリノラト）アルミニウムなどを使用することが好ましい。電子注入層と電子輸送層を積層して作成するときには、ドレイン電極層7側から電子親和力の値の大きい化合物の順に積層することが好ましい。

【0026】

<実施形態4>

実施形態4は、図5に示すように、ドレイン電極層7と有機発光層6の間に電荷輸送層CTLを挿入した以外、図2に示す有機発光トランジスタ114と同一の有機発光トランジスタである。電荷規制層BFは半導体層5及び有機発光層6の界面に配置されている。この場合、電荷輸送層CTLに代えて電荷注入層CILを配置してもよい。

【0027】

<実施形態5>

実施形態5は、図6に示すように、ドレイン電極層7と有機発光層6の間に電荷注入層CIL及び電荷輸送層CTLを挿入した以外、図2に示す有機発光トランジスタ114と同一の有機発光トランジスタである。電荷規制層BFは半導体層5及び有機発光層6の界面に配置されている。

【0028】

<実施形態6>

実施形態6は、図7に示すように、電荷規制層BFの位置をソース電極4側へ変位させ

10

20

30

40

50

た以外、図 4 に示す有機発光トランジスタ 1 1 4 と同一の有機発光トランジスタである。上記実施形態 3 では電荷輸送層 C T L と半導体層 5 の界面に電荷規制層 B F を設けているが、この例では、半導体層 5 中に電荷規制層 B F を埋設してある。

【 0 0 2 9 】

これによれば、電荷規制層 B F 材料から放出されるガス、水分などが半導体材料には影響しないものの、そのほかの材料には重大な影響を与える場合に、電荷規制層 B F を半導体層 5 中に埋め込むことにより影響を少なくすることが可能になる。

【 0 0 3 0 】

< 実施形態 7 >

実施形態 7 は、図 8 に示すように、電荷規制層 B F の位置を有機発光層 6 側へ変位させた以外、図 4 に示す有機発光トランジスタ 1 1 4 と同一の有機発光トランジスタである。上記実施形態 3 では電荷輸送層 C T L と半導体層 5 の界面に電荷規制層 B F を設けているが、この例では、電荷輸送層 C T L 中に電荷規制層 B F を埋設してある。中継領域 R L として電荷輸送層 C T L の一部（半導体層 5 及び電荷規制層 B F 間）が存在する。

10

【 0 0 3 1 】

< 実施形態 8 >

実施形態 8 は、図 9 に示すように、電荷規制層 B F の位置を有機発光層 6 側へさらに変位させた以外、図 4 に示す有機発光トランジスタ 1 1 4 と同一の有機発光トランジスタである。上記実施形態 3 では電荷輸送層 C T L と半導体層 5 の界面に電荷規制層 B F を設けているが、この例では、電荷輸送層 C T L と有機発光層 6 の界面に設けてある。

20

【 0 0 3 2 】

< 実施形態 9 >

実施形態 9 は、図 1 0 に示すように、電荷輸送層を第 1 及び第 2 の電荷輸送層 C T L 1、C T L 2 の積層としこれらの界面に電荷規制層 B F の位置を設けた以外、図 8 に示す有機発光トランジスタ 1 1 4 と同一の有機発光トランジスタである。半導体層 5 と有機発光層 6 の間に 1 層以上の電荷輸送層を設けることができる。中継領域 R L として電荷輸送層 C T L の一部（半導体層 5 及び電荷規制層 B F 間）が存在する。中継領域 R L として第 1 電荷輸送層 C T L 1 の一部（半導体層 5 及び電荷規制層 B F 間）が存在する。

【 0 0 3 3 】

実施形態 8、9 によれば、半導体層 5 に用いる材料が大気暴露（活性ガスの影響）やウェットプロセス（水、有機溶剤、酸、アルカリなどの影響）に対して非常に弱い場合に、そのような影響が少ない材料を電荷輸送層 C T L として用い、その層上に電荷規制層 B F を設けることで半導体層 5 には影響せず、電荷規制層 B F を形成できる。

30

【 0 0 3 4 】

< 実施形態 1 0 >

また実施形態 1 0 として、図 1 1 に示すように、電荷規制層 B F と半導体層 5 との間に電荷規制層 B F とほぼ同じ形状の絶縁膜を形成した以外、図 2 に示す有機発光トランジスタ 1 1 4 と同一の有機発光トランジスタとして、ソース電極層 2 及びドレイン電極層 7 間の漏れ電流をさらに減少させる構造としてもよい。このように、電荷規制層 B F のソース電極層 4 側のみを覆う絶縁性材料からなる絶縁膜を設け、有機発光層 6 を電荷規制層 B F と半導体層 5 との間から排除することにより、不要な発光を防止できる。中継領域 R L として絶縁膜の一部（半導体層 5 及び電荷規制層 B F 間）が存在する。

40

【 0 0 3 5 】

< 材料例 >

基板 1 の材料としては、ガラス、石英、ポリスチレンなどのプラスチック材料といった半透明材料の他に、シリコンや A l などの不透明な材料、フェノール樹脂などの熱硬化性樹脂、ポリカーボネートなどの熱可塑性樹脂などを用いることができる。

【 0 0 3 6 】

ゲート電極層 2、ソース電極層 4 及びドレイン電極層 7 の電極材料としては、T i、A l、L i：A l、C u、N i、A g、M g：A g、A u、P t、P d、I r、C r、M o

50

、W、Taなどの金属あるいはこれらの合金が挙げられる。あるいは、ポリアニリンやPEDT：PSなどの導電性高分子を用いることができる。あるいは、酸化物透明導電薄膜、例えば錫ドーパ酸化インジウム（ITO）、亜鉛ドーパ酸化インジウム（IZO）、酸化インジウム（ In_2O_3 ）、酸化亜鉛（ZnO）、酸化錫（ SnO_2 ）のいずれかを主組成としたものを用いることができる。また、各電極の厚さは10～500nm程度が好ましい。これらの電極材料は真空蒸着法、スパッタ法で作製されたものが好ましい。特にドレイン電極層7とゲート電極層2のうちどちらか、もしくはその両方が、有機発光材料から得られる発光波長において少なくとも10%以上の透過率を持つ材料を選択することが好ましい。

【0037】

ゲート絶縁膜3には、 SiO_2 、 Si_3N_4 に代表される種々の絶縁材料の無機酸化物皮膜又は有機酸化物皮膜を用いることができるが、特に比誘電率の高い無機酸化物皮膜が好ましい。無機酸化物としては、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化チタン、酸化スズ、酸化バナジウム、チタン酸バリウムストロンチウム、ジルコニウム酸チタン酸バリウム、ジルコニウム酸チタン酸鉛、チタン酸鉛ランタン、チタン酸ストロンチウム、チタン酸バリウム、フッ化バリウムマグネシウム、チタン酸ビスマス、チタン酸ストロンチウムビスマス、タンタル酸ストロンチウムビスマス、タンタル酸ニオブ酸ビスマス、トリオキサイドイットリウムなどが挙げられる。それらのうち好ましいのは、酸化ケイ素、酸化アルミニウム、酸化タンタル、酸化チタンである。窒化ケイ素、窒化アルミニウムなどの無機窒化物も好適に用いることができる。また有機化合物皮膜としては、ポリイミド、ポリアミド、ポリエステル、ポリアクリレート、光ラジカル重合系、光カチオン重合系の光硬化性樹脂、あるいはアクリロニトリル成分を含有する共重合体、ポリビニルフェノール、ポリビニルアルコール、ノボラック樹脂、及びアノエチルプルラン、ポリマー体、エラストマー体を含むホスファゼン化合物、などを用いることもできる。

【0038】

半導体層5の半導体材料には有機半導体材料、もしくは無機酸化物半導体材料を用いることができる。有機半導体材料には銅フタロシアン（CuPc）に代表されるポルフィリン誘導体、ペタセンに代表されるポリアセン、 C_{60} に代表されるフラレン、m-TDATAに代表されるスターバーストアミンと呼ばれる高分子アリアルアミンが低分子系ではよく用いられる。高分子半導体材料では、ポリ（3-チオフェン）（P3HT）などのポリチオフェンやポリシラン、ポリアセチレンなどの材料が挙げられる。無機酸化物半導体には、アルミニウム、亜鉛、インジウム、錫、ガリウム、チタン、タンゲステン、バナジウムなどの酸化物を主成分とする酸化物を用いることが好ましい。ゲート絶縁膜3及び半導体層5も、光の取り出し側になる場合には、有機発光層6材料から得られる発光波長の10%以上を透過する材料から選択されることが好ましい。

【0039】

有機発光層6には、発光機能を有する化合物である蛍光物質もしくは燐光物質を含有させる。蛍光物質ではトリス（8-キノリノラト）アルミニウム（Alq3）などがある。燐光物質を有機発光層6に含有させ発光効率を上げることが好ましい。このような蛍光性物質としては、例えば特開63-264692号公報に開示されているような化合物、例えばキナクリドン、ルブレネン、スチリル系色素などの化合物から選択される少なくとも1種が挙げられる。燐光性物質としてはApp1. Phys. Lett., 75巻、4項、1999年にあるような有機イリジウム錯体、有機プラチナ錯体などが挙げられる。

【0040】

<表示装置>

上記実施形態の有機発光トランジスタの複数を表示装置の画素の発光部に用いることもできる。具体的には、少なくともスイッチング素子を1つ、コンデンサなど必要な素子、画素電極などを共通の基板上に作製すれば、本発明によるアクティブ駆動型の表示装置を実現できる。

10

20

30

40

50

【 0 0 4 1 】

図 1 2 は、画素のサブピクセルの発光部として図 2 に示す有機発光トランジスタ 1 1 4 の複数をマトリクス配置した有機 E L 表示パネルにおける当該発光部を示す基板側から見た拡大部分平面図である。なお、図 1 2 において有機発光層、ドレイン電極層は全面を覆うように形成されているので敢えて図示していない。図 1 3 は、図 1 2 の A - A ' 線における断面図を示す。図 1 4 は、図 1 2 の発光部の等価回路図を示す。

【 0 0 4 2 】

図 1 2 ~ 1 4 に示すように、は板上に形成された発光部の各々は、選択用トランジスタのスイッチング素子 1 1 1 と、データ電圧の保持用のキャパシタ 1 1 3 と、有機発光トランジスタ 1 1 4 と、から構成されている。この構成を走査線 S L 及び電源供給線 V c c L、並びにデータ線 D L の各交点近傍に配置することで画素の発光部を実現することができる。

10

【 0 0 4 3 】

スイッチング素子 1 1 1 のゲート電極 G は、アドレス信号が供給される走査線 S L に接続され、スイッチング素子 1 1 1 のソース電極 S はそれぞれデータ線 D L に接続されている。スイッチング素子 1 1 1 のドレイン電極 D は有機発光トランジスタ 1 1 4 のゲート電極層 2 とキャパシタ 1 1 3 の一方の端子に接続されている。

【 0 0 4 4 】

有機発光トランジスタ 1 1 4 のドレイン電極層 7 は電源供給線 V c c L に接続されており、有機発光トランジスタ 1 1 4 のソース電極層 4 は接地されている。

20

【 0 0 4 5 】

走査線 S L 各々は走査線用ドライバ S L D に接続され、データ線 D L はそれぞれデータ線用ドライバ D L D に接続され、電源供給線 V c c L は電源に接続される。

【 0 0 4 6 】

かかる電源がソ - ス電極層とドレイン電極層との間に一定電圧を印加する第 1 電圧供給手段となり、走査線用ドライバ S L D 及びデータ線用ドライバ D L D がソ - ス電極層とゲ - ト電極層との間に可変電圧を印加する第 2 供給手段となる。

【 0 0 4 7 】

図 1 3 に示すように、かかる有機発光トランジスタ 1 1 4 を用いた表示装置を作製する際には少なくとも 1 つの電界効果トランジスタなどのスイッチング素子 1 1 1 が必要となるが、このスイッチング素子 1 1 1 を水や活性ガスなどからの影響を受けにくくするための保護膜を、有機発光トランジスタ 1 1 4 の電荷規制層 B F を作製する際に同時に形成できる。また、スイッチング素子 1 1 1 のゲート電極 G を、有機発光トランジスタ 1 1 4 のゲート電極層 2 を作製する際に同時に形成できる。さらに、スイッチング素子 1 1 1 の絶縁膜を、有機発光トランジスタ 1 1 4 のゲ - ト絶縁膜 3 を作製する際に同時に形成できる。よって、スイッチング素子 1 1 1 は、有機発光トランジスタ 1 1 4 のゲ - ト絶縁膜 3 と同一材料からなる絶縁膜を、その電荷規制層 B F と同一材料からなる絶縁膜を、その半導体層 5 と同一材料からなる半導体膜を有することができる。

30

【 0 0 4 8 】

< 実施例 1 >

実施例として電荷規制層の有機絶縁膜を用いた発光素子を作製した。図 1 5 ~ 図 2 0 は作製工程中の有機発光トランジスタの基板の平面図である。図 1 6 に示すように、ソース電極層 4 は櫛状又は簾状の形状として形成しているが、格子状でもよく、さらにソース電極層を格子状、櫛状又は簾状の形状とすれば、電荷供給のための表面積（界面）が増える。図 1 7 に示すように、電荷規制層 B F は、半導体層 5 を介してソース電極層 4 を覆うように形成されており、素子内での電荷規制層 B F が占める面積がソース電極層 4 の占める面積より大である。これにより半導体層 5 を通過する電荷のための開口パターンを画定することができる。

40

【 0 0 4 9 】

かかる発光素子は以下の (1) ~ (7) の工程で作製した。

50

【0050】

工程(1)--図15に示すように、ゲート電極層2としてITOが100nm成膜されたコーニングTMガラス基板1上にゲート絶縁膜3としてSiO₂をスパッタ法により300nmになるように成膜した。

【0051】

工程(2)--図16に示すように、ゲート絶縁膜3上にソース電極層4としてスパッタ法により金(Au)を30nm成膜し、所望のパターンが得られるようにフォトリマスクを用いた露光、現像によりフォトレジストのパターンを形成し、金(Au)専用エッチング液(関東化学製:AURUM-302)を用いて金(Au)をエッチングしたのち、専用のレジスト剥離液を用いてレジスト膜を剥離した。

10

【0052】

工程(3)--図17に示すように、ゲート絶縁膜3及びソース電極層4上に、10⁻⁵Paの真空下においてシャドウマスクを用いた真空蒸着法により半導体層5となるペンタセンを50nm、0.01nm/sの蒸着レートで成膜した。

【0053】

工程(4)--図18に示すように、ゲート絶縁膜3及び半導体層5上に、電荷規制層BFとして感光性ポリビニルアルコール材料をスピンコート法により塗布し500nmの均一な膜を得た後、フォトリマスクを用いて露光した。その後、水を用いて現像して所望のパターンを得た。

【0054】

20

工程(5)--その後、図19に示すように、ゲート絶縁膜3及び電荷規制層BF上に、10⁻⁵Paの真空下においてシャドウマスクを用いた真空蒸着法により電荷輸送層として-NPDを50nm、0.2nm/sの蒸着レートで成膜し、続いて有機発光層6としてAlq₃を60nm、0.2nm/sの蒸着レートで成膜した。

【0055】

工程(6)--その後、図20に示すように、ゲート絶縁膜3及び有機発光層6上に、電荷注入層としてフッ化リチウム(LiF)を1nm成膜し、これまでと異なるシャドウマスクを用いてドレイン電極層7となるアルミニウム(Al)を基板1上に渡るまで100nm成膜した。

【0056】

30

<比較例との評価>

比較例として、上記工程(4)による電荷規制層BFを設けない以外、上記工程(1)~(6)で比較例有機発光トランジスタ素子を作製した。実施例1と比較例のゲート電圧輝度特性を図21に示す。

【0057】

実施例1では半導体層に有機膜(ペンタセン)を用いている。通常真空蒸着法で成膜される有機膜は水や有機溶剤などに非常に弱く、実施例1のように有機膜上に塗布法で他の膜を成膜することは非常に困難であるが、ペンタセンが水には比較的強い特徴をもっているという点に着目し、水溶性のレジストを用いて電荷規制層BFを形成している。その結果、それほど大きな特性の劣化もなくOFF電流の小さい素子の作製が可能になった。

40

【0058】

また、適宜電荷輸送層や電荷注入層を挿入することで発光開始電圧の低電圧化や、発光効率の向上が望めるので、実施例1では電荷輸送層として-NPDを、電荷注入層としてLiFを用いた。

【0059】

<実施例2>

工程(1)--実施例1と同様にゲート電極層2としてITOが100nm成膜されたコーニングTMガラス基板上にゲート絶縁膜3としてSiO₂をスパッタ法により300nmになるように成膜した。

【0060】

50

工程(2)--ソース電極層4としてクロムを真空蒸着法により作製し、実施例1の工程(2)と同じパターンが得られるようにウェットエッチングでパターンを形成した。この時クロムのエッチング液には関東化学製の専用エッチング液を用いた。

【0061】

工程(3)--半導体層5として亜鉛酸化物(ZnO)を、スパッタ法で50nmになるように形成した後、フォトマスクを用いて所望の形状のレジストパターンを形成し、ドライエッチング法により不要な部分の ZnO 薄膜を除去した。その後、レジスト専用剥離液で剥離した。

【0062】

工程(4)--電荷規制層BFにノボラック系レジスト(東京応化製:TFR-1250)を実施例1の工程(4)と同様に形成した。

10

【0063】

工程(5)-- $1.0 \cdot 10^{-5}$ Paの真空下において有機発光層6としてトリス(8-キノリノラト)アルミニウム(Alq_3)とクマリン(C545T)を真空蒸着法により共蒸着し40nm成膜した。この時クマリンの濃度は3wt%とした。続いて電荷輸送層として-NPDを50nm成膜した。その後、電荷注入層として銅フタロシアニン($CuPc$)を30nm成膜した。また、有機発光層6と電荷輸送層、電荷注入層の作成時には同じシャドウマスクを用いて成膜エリアを規定した。

【0064】

工程(6)--工程(5)とは別のシャドウマスクを用いて真空蒸着法により金(Au)を50nm成膜しドレイン電極層7とした。

20

【図面の簡単な説明】

【0065】

【図1】従来の有機発光トランジスタを示す部分断面図である。

【図2】本発明による実施形態の有機発光トランジスタを示す概略部分断面図である。

【図3】本発明による他の実施形態の有機発光トランジスタを示す概略部分断面図である。

【図4】本発明による他の実施形態の有機発光トランジスタを示す概略部分断面図である。

【図5】本発明による他の実施形態の有機発光トランジスタを示す概略部分断面図である。

30

【図6】本発明による他の実施形態の有機発光トランジスタを示す概略部分断面図である。

【図7】本発明による他の実施形態の有機発光トランジスタを示す概略部分断面図である。

【図8】本発明による他の実施形態の有機発光トランジスタを示す概略部分断面図である。

【図9】本発明による他の実施形態の有機発光トランジスタを示す概略部分断面図である。

【図10】本発明による他の実施形態の有機発光トランジスタを示す概略部分断面図である。

40

【図11】本発明による他の実施形態の有機発光トランジスタを示す概略部分断面図である。

【図12】本発明による他の実施形態の表示装置におけるサブピクセル発光部を示す基板側から見た拡大部分平面図(透視図)である。

【図13】図12のA-A'線における断面図である。

【図14】本発明による他の実施形態の表示装置のサブピクセル発光部を示す等価回路図である。

【図15】本発明による実施例の有機発光トランジスタ作製工程中の基板の平面図である。

50

【図 16】本発明による実施例の有機発光トランジスタ作製工程中の基板の平面図である。

【図 17】本発明による実施例の有機発光トランジスタ作製工程中の基板の平面図である。

【図 18】本発明による実施例の有機発光トランジスタ作製工程中の基板の平面図である。

【図 19】本発明による実施例の有機発光トランジスタ作製工程中の基板の平面図である。

【図 20】本発明による実施例の有機発光トランジスタ作製工程中の基板の平面図である。

10

【図 21】本発明による実施例 1 と比較例のゲート電圧輝度特性を示すグラフである。

【符号の説明】

【0066】

1 基板

2 ゲート電極層

3 ゲート絶縁膜

4 ソース電極層

5 半導体層

6 有機発光層

R L 中継領域

20

7 ドレイン電極層

H T L 正孔輸送層

E I L 電子注入層

1 1 3 キャパシタ

1 1 4 有機発光トランジスタ

B F 電荷規制層

D L データ線

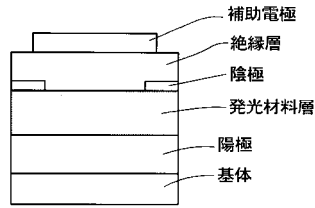
S L 走査線

V c c L 電源供給線

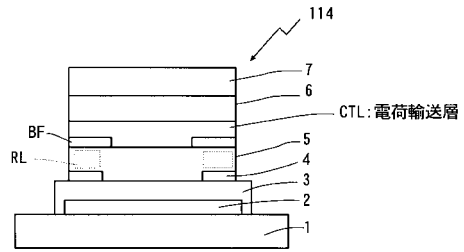
1、 2 開口

30

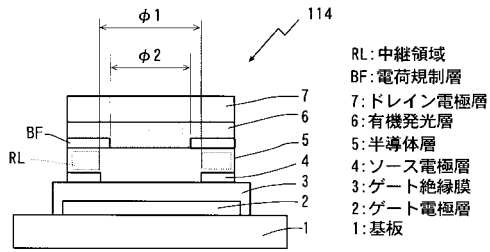
【図1】



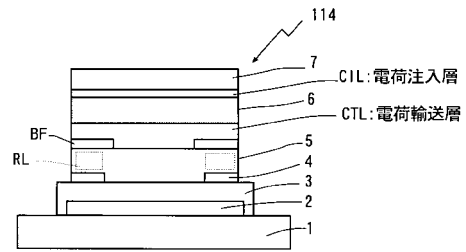
【図3】



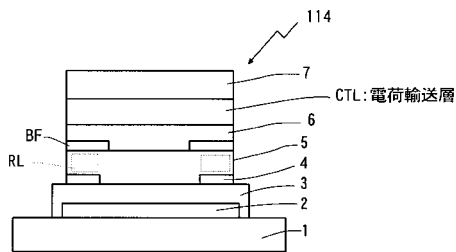
【図2】



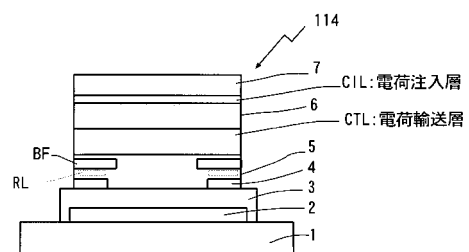
【図4】



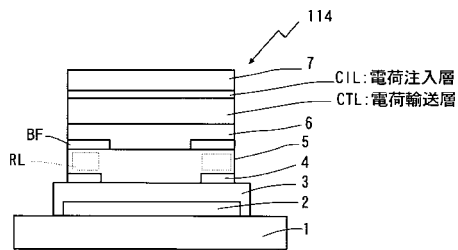
【図5】



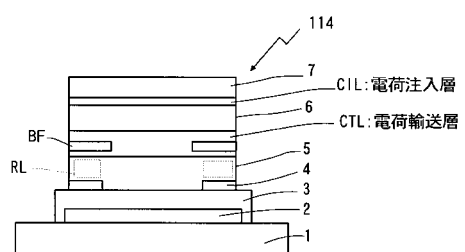
【図7】



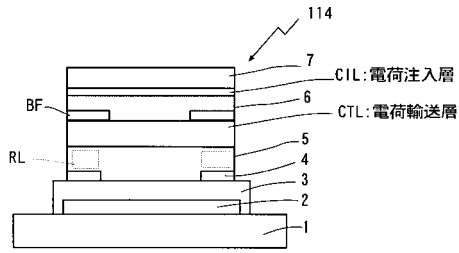
【図6】



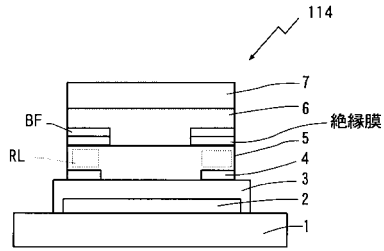
【図8】



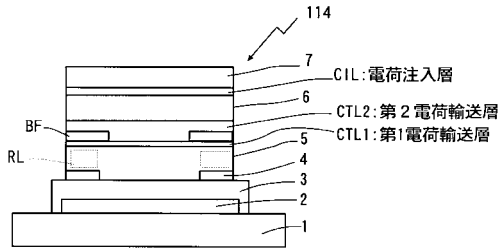
【図9】



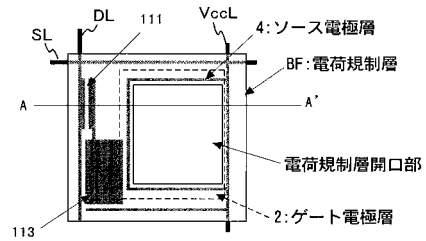
【図11】



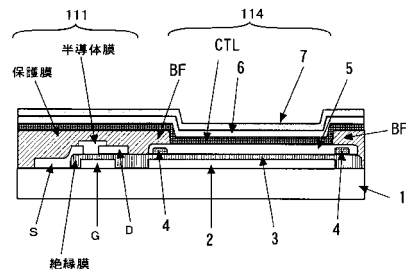
【図10】



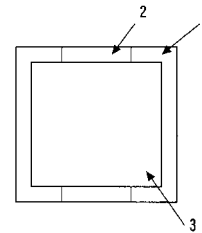
【図12】



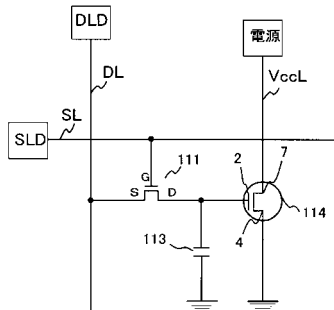
【図13】



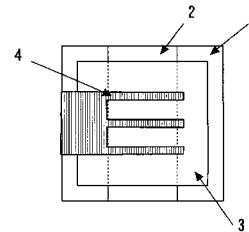
【図15】



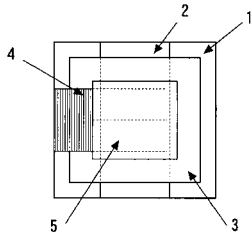
【図14】



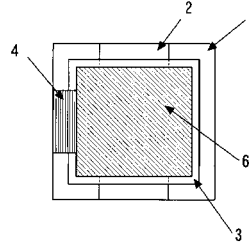
【図16】



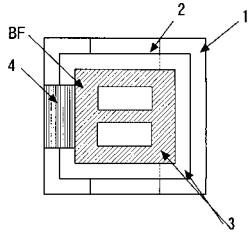
【図17】



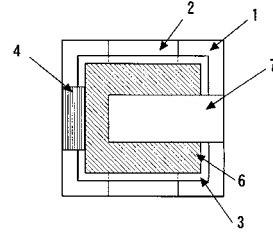
【図19】



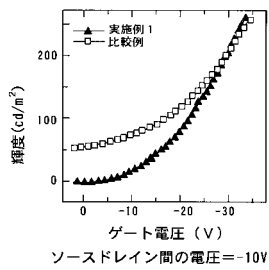
【図18】



【図20】



【図21】



フロントページの続き

- (72)発明者 小幡 勝也
東京都新宿区市谷加賀町一丁目1番1号 大日本印刷株式会社内
- (72)発明者 遠藤 浩幸
東京都港区芝5丁目7番1号 日本電気株式会社内

審査官 本田 博幸

- (56)参考文献 特開2002-343578(JP,A)
特開2003-282256(JP,A)
特開2005-243871(JP,A)
特開2007-109564(JP,A)
特開2007-149922(JP,A)
特開2007-200746(JP,A)
特開2007-200788(JP,A)

(58)調査した分野(Int.Cl., DB名)

H01L 51/50
H01L 27/32
H05B 33/22
H05B 33/26
G09F 9/30

专利名称(译)	有机发光晶体管 and 显示装置		
公开(公告)号	JP4934774B2	公开(公告)日	2012-05-16
申请号	JP2006240342	申请日	2006-09-05
[标]申请(专利权)人(译)	日本先锋公司 大日本印刷有限公司		
申请(专利权)人(译)	先锋公司 大日本印刷有限公司 NEC公司		
当前申请(专利权)人(译)	大日本印刷有限公司		
[标]发明人	中村健二 秦拓也 吉澤淳志 小幡勝也 遠藤浩幸		
发明人	中村 健二 秦 拓也 吉澤 淳志 小幡 勝也 遠藤 浩幸		
IPC分类号	H01L51/50 H05B33/22 H05B33/26 G09F9/30 H01L27/32		
CPC分类号	H01L51/0545 H01L51/0073 H01L51/0081 H01L51/0554 H01L51/057 H01L51/5088 H01L51/52 H01L51/5203 H01L51/5296 H05B33/22		
FI分类号	H05B33/14.A H05B33/22.Z H05B33/26.Z G09F9/30.365.Z G09F9/30.365 H01L27/32		
F-TERM分类号	3K107/AA02 3K107/BB01 3K107/CC02 3K107/CC04 3K107/CC36 3K107/CC45 3K107/DD85 3K107/DD91 3K107/EE04 3K107/FF06 3K107/FF15 3K107/HH05 5C094/AA10 5C094/BA27 5C094/DA13 5C094/FB01 5C094/FB14		
代理人(译)	藤村元彦		
审查员(译)	本田博之		
其他公开文献	JP2008066385A		
外部链接	Espacenet		

摘要(译)

要解决的问题：提供一种能够在控制有机发光层的电压的同时提高发光功率转换效率的有机发光晶体管，以及显示装置。解决方案：有机发光晶体管具有与源电极层相对的漏电极层和在源电极层和漏电极层之间形成的有机发光层。有机发光晶体管具有形成在有机发光层和源电极层之间的半导体层和通过栅极绝缘膜布置的栅电极层，该栅电极层位于源极中与漏电极层相对的表面的相反侧电极层。有机发光晶体管还具有在有机发光层和源电极层之间形成并开口的电荷控制层和在电荷控制层和源电极层之间形成的中继区，并且从源电极层中继电荷到开幕式。

6】

