

【公報種別】特許法第 17 条の 2 の規定による補正の掲載

【部門区分】第 7 部門第 2 区分

【発行日】平成 19 年 9 月 27 日 (2007.9.27)

【公開番号】特開 2006-108354 (P2006-108354A)

【公開日】平成 18 年 4 月 20 日 (2006.4.20)

【年通号数】公開・登録公報 2006-016

【出願番号】特願 2004-292388 (P2004-292388)

【国際特許分類】

H 0 1 L 29/786 (2006.01)

H 0 1 L 21/288 (2006.01)

H 0 1 L 21/336 (2006.01)

H 0 1 L 51/05 (2006.01)

H 0 1 L 29/417 (2006.01)

H 0 1 L 29/423 (2006.01)

H 0 1 L 29/49 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 29/78 6 1 8 B

H 0 1 L 21/288 Z

H 0 1 L 29/78 6 2 6 C

H 0 1 L 29/78 6 1 7 S

H 0 1 L 29/78 6 1 6 S

H 0 1 L 29/78 6 1 6 V

H 0 1 L 29/78 6 1 7 T

H 0 1 L 29/28

H 0 1 L 29/50 M

H 0 1 L 29/58 G

【手続補正書】

【提出日】平成 19 年 8 月 9 日 (2007.8.9)

【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】

(A) 支持体の上に形成されたソース/ドレイン電極、

(B) ソース/ドレイン電極とソース/ドレイン電極との間に位置する支持体の部分の上に形成されたチャネル形成領域、

(C) 全面に形成されたゲート絶縁層、並びに、

(D) ゲート絶縁層の上に、チャネル形成領域と対向して形成されたゲート電極、

から成る電界効果型トランジスタであって、

少なくとも、ソース/ドレイン電極とソース/ドレイン電極との間に位置する支持体の部分とチャネル形成領域との間には、下地層が形成されており、

下地層は、電氣的絶縁材料から成る下地層構成微粒子が略規則性をもって配列されて成り、

チャネル形成領域は、導体又は半導体から成るチャネル形成領域構成微粒子と、該チャネル形成領域構成微粒子と結合した有機半導体分子とによって構成された導電路を有し、

下地層の微粒子配列状態に基づき、チャネル形成領域構成微粒子が略規則性をもって配

列されていることを特徴とする電界効果型トランジスタ。

【請求項 2】

(A) 支持体の上に形成されたゲート電極、
(B) ゲート電極の上及び支持体の上に形成されたゲート絶縁層、
(C) ゲート絶縁層の上に形成されたソース/ドレイン電極、並びに、
(D) ソース/ドレイン電極とソース/ドレイン電極との間に位置するゲート絶縁層の部分の上に、ゲート電極と対向して形成されたチャンネル形成領域、
から成る電界効果型トランジスタであって、

ゲート絶縁層は、電氣的絶縁材料から成るゲート絶縁層構成微粒子が略規則性をもって配列された微粒子層を備え、

チャンネル形成領域は、導体又は半導体から成るチャンネル形成領域構成微粒子と、該チャンネル形成領域構成微粒子と結合した有機半導体分子とによって構成された導電路を有し、

微粒子層の微粒子配列状態に基づき、チャンネル形成領域構成微粒子が略規則性をもって配列されていることを特徴とする電界効果型トランジスタ。

【請求項 3】

(A) 支持体の上に形成されたソース/ドレイン電極、
(B) ソース/ドレイン電極とソース/ドレイン電極との間に位置する支持体の部分の上に形成されたチャンネル形成領域、
(C) ソース/ドレイン電極の上及びチャンネル形成領域の上に形成されたゲート絶縁層、並びに、
(D) ゲート絶縁層の上に、チャンネル形成領域と対向して形成されたゲート電極、
から成る電界効果型トランジスタであって、

チャンネル形成領域は、導体から成るチャンネル形成領域構成微粒子と、該チャンネル形成領域構成微粒子と結合した有機半導体分子とによって構成された導電路を有し、

ソース/ドレイン電極は、チャンネル形成領域構成微粒子が溶融した層から構成されていることを特徴とする電界効果型トランジスタ。

【請求項 4】

(A) 支持体の上に形成されたゲート電極、
(B) ゲート電極の上及び支持体の上に形成されたゲート絶縁層、
(C) ゲート絶縁層の上に形成されたソース/ドレイン電極、並びに、
(D) ソース/ドレイン電極とソース/ドレイン電極との間に位置するゲート絶縁層の部分の上に、ゲート電極と対向して形成されたチャンネル形成領域、
から成る電界効果型トランジスタであって、

チャンネル形成領域は、導体から成るチャンネル形成領域構成微粒子と、該チャンネル形成領域構成微粒子と結合した有機半導体分子とによって構成された導電路を有し、

ソース/ドレイン電極は、チャンネル形成領域構成微粒子が溶融した層から構成されていることを特徴とする電界効果型トランジスタ。

【請求項 5】

ゲート電極と、ゲート絶縁層と、ソース/ドレイン電極と、チャンネル形成領域とを備えた電界効果型トランジスタであって、

チャンネル形成領域は、導体又は半導体から成るチャンネル形成領域構成微粒子と、該チャンネル形成領域構成微粒子と結合した有機半導体分子とによって構成された導電路を有し、

ソース/ドレイン電極、ゲート電極、ゲート絶縁層のいずれか、若しくは、全てが、微粒子から成ることを特徴とする電界効果型トランジスタ。

【請求項 6】

有機半導体分子が末端に有する官能基が、チャンネル形成領域構成微粒子と化学的に結合していることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の電界効果型トランジスタ。

【請求項 7】

チャンネル形成領域構成微粒子は、導体としての金、銀、白金、銅、アルミニウム、パラ

ジウム、クロム、ニッケル、又は、鉄から成り、あるいは、これらの金属から構成された合金から成ることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の電界効果型トランジスタ。

【請求項 8】

チャネル形成領域構成微粒子は、半導体としての硫化カドミウム、セレン化カドミウム、テルル化カドミウム、ガリウム砒素、酸化チタン、又は、シリコンから成ることを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の電界効果型トランジスタ。

【請求項 9】

有機半導体分子は、共役結合を有する有機半導体分子であって、分子の両端に、チオール基（ $-SH$ ）、アミノ基（ $-NH_2$ ）、イソシアノ基（ $-NC$ ）、シアノ基（ $-CN$ ）、チオアセチル基（ $-SCOCH_3$ ）、又は、カルボキシ基（ $-COOH$ ）を有することを特徴とする請求項 1 乃至請求項 5 のいずれか 1 項に記載の電界効果型トランジスタ。

【請求項 10】

（A）支持体の上に形成されたソース/ドレイン電極、
（B）ソース/ドレイン電極とソース/ドレイン電極との間に位置する支持体の部分の上に形成されたチャネル形成領域、
（C）全面に形成されたゲート絶縁層、並びに、
（D）ゲート絶縁層の上に、チャネル形成領域と対向して形成されたゲート電極、
から成る電界効果型トランジスタの製造方法であって、
少なくとも、ソース/ドレイン電極とソース/ドレイン電極との間に位置する支持体の部分の上に、電氣的絶縁材料から成る下地層構成微粒子が略規則性をもって配列された下地層を形成する工程と、
下地層の上に、導体又は半導体から成るチャネル形成領域構成微粒子と、該チャネル形成領域構成微粒子と結合した有機半導体分子とによって構成された導電路を有するチャネル形成領域を形成する工程、
を含み、
下地層の微粒子配列状態に基づき、チャネル形成領域構成微粒子を略規則性をもって配列させることを特徴とする電界効果型トランジスタの製造方法。

【請求項 11】

（A）支持体の上に形成されたゲート電極、
（B）ゲート電極の上及び支持体の上に形成されたゲート絶縁層、
（C）ゲート絶縁層の上に形成されたソース/ドレイン電極、並びに、
（D）ソース/ドレイン電極とソース/ドレイン電極との間に位置するゲート絶縁層の部分の上に、ゲート電極と対向して形成されたチャネル形成領域、
から成る電界効果型トランジスタの製造方法であって、
電氣的絶縁材料から成るゲート絶縁層構成微粒子が略規則性をもって配列された微粒子層を備えたゲート絶縁層を、ゲート電極の上及び支持体の上に形成する工程と、
微粒子層の上に、導体又は半導体から成るチャネル形成領域構成微粒子と、該チャネル形成領域構成微粒子と結合した有機半導体分子とによって構成された導電路を有するチャネル形成領域を形成する工程、
を含み、
微粒子層の微粒子配列状態に基づき、チャネル形成領域構成微粒子を略規則性をもって配列させることを特徴とする電界効果型トランジスタの製造方法。

【請求項 12】

（A）支持体の上に形成されたソース/ドレイン電極、
（B）ソース/ドレイン電極とソース/ドレイン電極との間に位置する支持体の部分の上に形成されたチャネル形成領域、
（C）ソース/ドレイン電極の上及びチャネル形成領域の上に形成されたゲート絶縁層、並びに、
（D）ゲート絶縁層の上に、チャネル形成領域と対向して形成されたゲート電極、

から成る電界効果型トランジスタの製造方法であって、

支持体の上に導体から成るチャンネル形成領域構成微粒子から構成された層を形成した後

、ソース/ドレイン電極を形成すべき領域におけるチャンネル形成領域構成微粒子から構成された層を溶融することで、ソース/ドレイン電極を形成し、併せて、チャンネル形成領域構成微粒子から構成された層に有機半導体分子を接触させることで、チャンネル形成領域構成微粒子と、該チャンネル形成領域構成微粒子と結合した有機半導体分子とによって構成された導電路を有するチャンネル形成領域を形成する、

工程を含むことを特徴とする電界効果型トランジスタの製造方法。

【請求項 13】

(A) 支持体の上に形成されたゲート電極、

(B) ゲート電極の上及び支持体の上に形成されたゲート絶縁層、

(C) ゲート絶縁層の上に形成されたソース/ドレイン電極、並びに、

(D) ソース/ドレイン電極とソース/ドレイン電極との間に位置するゲート絶縁層の部分の上に、ゲート電極と対向して形成されたチャンネル形成領域、から成る電界効果型トランジスタの製造方法であって、

ゲート絶縁層の上に導体から成るチャンネル形成領域構成微粒子から構成された層を形成した後、

ソース/ドレイン電極を形成すべき領域におけるチャンネル形成領域構成微粒子から構成された層を溶融することで、ソース/ドレイン電極を形成し、併せて、チャンネル形成領域構成微粒子から構成された層に有機半導体分子を接触させることで、チャンネル形成領域構成微粒子と、該チャンネル形成領域構成微粒子と結合した有機半導体分子とによって構成された導電路を有するチャンネル形成領域を形成する、

工程を含むことを特徴とする電界効果型トランジスタの製造方法。

【請求項 14】

ゲート電極と、ゲート絶縁層と、ソース/ドレイン電極と、チャンネル形成領域とを備え、チャンネル形成領域は、導体又は半導体から成るチャンネル形成領域構成微粒子と、該チャンネル形成領域構成微粒子と結合した有機半導体分子とによって構成された導電路を有する電界効果型トランジスタの製造方法であって、

ソース/ドレイン電極、ゲート電極、ゲート絶縁層のいずれか、若しくは、全てを、微粒子から形成することを特徴とする電界効果型トランジスタの製造方法。

【請求項 15】

有機半導体分子を、その末端の官能基によって、チャンネル形成領域構成微粒子と化学的に結合させることを特徴とする請求項 10 乃至請求項 14 のいずれか 1 項に記載の電界効果型トランジスタの製造方法。

【請求項 16】

チャンネル形成領域構成微粒子は、導体としての金、銀、白金、銅、アルミニウム、パラジウム、クロム、ニッケル、又は、鉄から成り、あるいは、これらの金属から構成された合金から成ることを特徴とする請求項 10 乃至請求項 14 のいずれか 1 項に記載の電界効果型トランジスタの製造方法。

【請求項 17】

チャンネル形成領域構成微粒子は、半導体としての硫化カドミウム、セレン化カドミウム、テルル化カドミウム、ガリウム砒素、酸化チタン、又は、シリコンから成ることを特徴とする請求項 10 乃至請求項 12 のいずれか 1 項に記載の電界効果型トランジスタの製造方法。

【請求項 18】

有機半導体分子は、共役結合を有する有機半導体分子であって、分子の両端に、チオール基 (- SH)、アミノ基 (- NH₂)、イソシアノ基 (- NC)、シアノ基 (- CN)、チオアセチル基 (- SCOCCH₃)、又は、カルボキシ基 (- COOH) を有することを特徴とする請求項 10 乃至請求項 14 のいずれか 1 項に記載の電界効果型トランジスタ

の製造方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0029

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0029】

本発明において、チャンネル形成領域構成微粒子は、導体としての金 (Au)、銀 (Ag)、白金 (Pt)、銅 (Cu)、アルミニウム (Al)、パラジウム (Pd)、クロム (Cr)、ニッケル (Ni)、鉄 (Fe) といった金属から成り、あるいは、これらの金属から構成された合金から成り、あるいは又、半導体としての硫化カドミウム (CdS)、セレン化カドミウム (CdSe)、テルル化カドミウム (CdTe)、ガリウム砒素 (GaAs)、酸化チタン (TiO₂)、又は、シリコン (Si) から成る構成とすることができる。尚、導体としてのチャンネル形成領域構成微粒子とは、体積抵抗率が $10^{-4} \cdot \text{m} (10^{-2} \cdot \text{cm})$ のオーダー以下である材料から成るチャンネル形成領域構成微粒子を指す。また、半導体としてのチャンネル形成領域構成微粒子とは、体積抵抗率が $10^{-4} \cdot \text{m} (10^{-2} \cdot \text{cm})$ 乃至乃至 $10^{12} \cdot \text{m} (10^{14} \cdot \text{cm})$ のオーダーを有する材料から成るチャンネル形成領域構成微粒子を指す。

【手続補正 3】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0034

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0034】

本発明において、有機半導体分子は、共役結合を有する有機半導体分子であって、分子の両端に、チオール基 (-SH)、アミノ基 (-NH₂)、イソシアノ基 (-NC)、シアノ基 (-CN)、チオアセチル基 (-SCCOCH₃)、又は、カルボキシ基 (-COOH) を有することが好ましい。尚、チオール基、アミノ基、イソシアノ基、シアノ基、チオアセチル基は、Au 等の導体としてのチャンネル形成領域構成微粒子に結合する官能基であり、カルボキシ基は半導体としてのチャンネル形成領域構成微粒子に結合する官能基である。分子の両端に位置する官能基は異なっているとしてもよく、両端の官能基のチャンネル形成領域構成微粒子に対する結合性は近い方がより好ましい。

【手続補正 4】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0035

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0035】

具体的には、有機半導体分子として、例えば、構造式 (1) の 4, 4' - ビフェニルジチオール (BPD T)、構造式 (2) の 4, 4' - ジイソシアノビフェニル、構造式 (3) の 4, 4' - ジイソシアノ - p - テルフェニル、及び構造式 (4) の 2, 5 - ビス (5' - チオアセチル - 2' - チオフェニル) チオフェン、構造式 (5) の 4, 4' - ジイソシアノフェニル、構造式 (6) のベンジジン (ビフェニル - 4, 4' - ジアミン)、構造式 (7) の TCNQ (テトラシアノキノジメタン)、構造式 (8) のビフェニル - 4, 4' - ジカルボン酸、構造式 (9) の 1, 4 - ジ (4 - チオフェニルアセチリニル) - 2 - エチルベンゼン、構造式 (10) の 1, 4 - ジ (4 - イソシアノフェニルアセチリニル) - 2 - エチルベンゼン、あるいは、Bovine Serum Albumin、Horse Radish Peroxidase、Antibody-antigen を例示することができる。これらは、いずれも、共役系分子であって、少なくとも 2 箇所でチャンネル形成領域構成微粒子と化学的に結合する官能基を有していることが好ましい。

【手続補正 5】

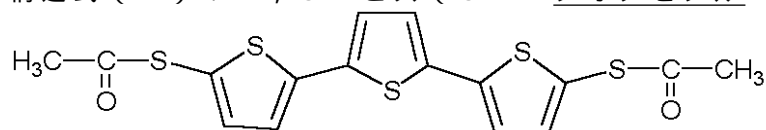
【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0039

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0039】

構造式(4) : 2,5-ビス(5'-チオアセチル-2'-チオフェニル)チオフェン

【手続補正 6】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0095

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0095】

具体的には、以下の調製方法にて金ナノ粒子を得る。即ち、四塩化金酸($\text{HAuCl}_4 \cdot 3\text{H}_2\text{O}$)をイオン交換水に溶解する。次いで、この溶液を激しく攪拌しながら、トルエンに溶解した臭化テトラオクチルアンモニウム($\text{N}(\text{C}_8\text{H}_{17})_4\text{Br}$)をこの溶液中に添加する。次いで、トルエンに溶解したドデシルアミン($\text{C}_{12}\text{H}_{25}\text{NH}_2$)をこの混合物中に加える。その後、激しく攪拌しているこの混合物中に、水素化ホウ素ナトリウム(NaBH_4)をイオン交換水に溶解した溶液を滴下する。そして、12時間攪拌を続けた後、静置後、水層を分液漏斗で除去する。次いで、この溶液にトルエンとドデシルアミンを加えて、 130°C で1時間、加熱還流する。その後、室温まで静置した後、エバポレーターで液量を減量し、次いで、エタノールを加えて、冷凍庫内で12時間静置する。そして、沈澱した金ナノ粒子を濾過により分離し、エタノールで洗浄後、トルエンに溶解する。尚、ドデシルアミンから成る保護膜によって表面が被覆された金ナノ粒子を0.05重量%分散させた金ナノ粒子コロイド溶液(溶媒:トルエン)とする。