

【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 27 年 9 月 17 日 (2015.9.17)

【公開番号】特開 2015-35597 (P2015-35597A)

【公開日】平成 27 年 2 月 19 日 (2015.2.19)

【年通号数】公開・登録公報 2015-011

【出願番号】特願 2014-139489 (P2014-139489)

【国際特許分類】

H 0 1 L 29/786 (2006.01)

H 0 1 L 21/8238 (2006.01)

H 0 1 L 27/092 (2006.01)

H 0 1 L 21/8234 (2006.01)

H 0 1 L 27/088 (2006.01)

H 0 1 L 27/10 (2006.01)

H 0 1 L 21/8242 (2006.01)

H 0 1 L 27/108 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 29/78 6 1 7 T

H 0 1 L 29/78 6 1 7 U

H 0 1 L 29/78 6 1 7 L

H 0 1 L 27/08 3 2 1 G

H 0 1 L 27/08 1 0 2 E

H 0 1 L 27/10 4 6 1

H 0 1 L 27/10 6 2 1 Z

H 0 1 L 27/10 6 7 1 Z

H 0 1 L 27/10 3 2 1

【手続補正書】

【提出日】平成 27 年 7 月 29 日 (2015.7.29)

【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】

第 1 のゲート電極と、

前記第 1 のゲート電極上方の電子捕獲層と、

前記電子捕獲層上方の第 1 の酸化物半導体層と、

前記第 1 の酸化物半導体層上方の第 2 の酸化物半導体層と、

前記第 2 の酸化物半導体層と電気的に接続されたソース電極と、

前記第 2 の酸化物半導体層と電気的に接続されたドレイン電極と、

前記第 2 の酸化物半導体層上方の第 3 の酸化物半導体層と、

前記第 3 の酸化物半導体層上方のゲート絶縁層と、

前記ゲート絶縁層上方の第 2 のゲート電極と、を有し、

トランジスタのチャネル幅方向において、前記第 2 の酸化物半導体層は、前記第 1 の酸化物半導体層と前記第 3 の酸化物半導体層とに取り囲まれた領域を有し、

前記第 1 の酸化物半導体層は、前記第 2 の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第 3 の酸化物半導体層は、前記第 2 の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第 2 の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第 1 の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きく、

前記第 2 の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第 3 の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きいことを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】

第 1 のゲート電極と、

前記第 1 のゲート電極上方の電子捕獲層と、

前記電子捕獲層上方の第 1 の酸化物半導体層と、

前記第 1 の酸化物半導体層上方の第 2 の酸化物半導体層と、

前記第 2 の酸化物半導体層と電気的に接続されたソース電極と、

前記第 2 の酸化物半導体層と電気的に接続されたドレイン電極と、

前記第 2 の酸化物半導体層上方の第 3 の酸化物半導体層と、

前記第 3 の酸化物半導体層上方のゲート絶縁層と、

前記ゲート絶縁層上方の第 2 のゲート電極と、を有し、

トランジスタのチャネル幅方向において、前記第 3 の酸化物半導体層は、前記第 2 の酸化物半導体層の上面に接する領域と、前記第 2 の酸化物半導体層の側面に接する領域と、前記第 1 の酸化物半導体層の側面に接する領域と、を有し、

前記第 1 の酸化物半導体層は、前記第 2 の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第 3 の酸化物半導体層は、前記第 2 の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第 2 の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第 1 の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きく、

前記第 2 の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第 3 の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きいことを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】

第 1 のゲート電極と、

前記第 1 のゲート電極上方の第 1 の絶縁層と、

前記第 1 の絶縁層上方の第 2 の絶縁層と、

前記第 2 の絶縁層上方の第 3 の絶縁層と、

前記第 3 の絶縁層上方の第 1 の酸化物半導体層と、

前記第 1 の酸化物半導体層上方の第 2 の酸化物半導体層と、

前記第 2 の酸化物半導体層と電気的に接続されたソース電極と、

前記第 2 の酸化物半導体層と電気的に接続されたドレイン電極と、

前記第 2 の酸化物半導体層上方の第 3 の酸化物半導体層と、

前記第 3 の酸化物半導体層上方のゲート絶縁層と、

前記ゲート絶縁層上方の第 2 のゲート電極と、を有し、

トランジスタのチャネル幅方向において、前記第 2 の酸化物半導体層は、前記第 1 の酸化物半導体層と前記第 3 の酸化物半導体層とに取り囲まれた領域を有し、

前記第 1 の酸化物半導体層は、前記第 2 の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第 3 の酸化物半導体層は、前記第 2 の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第 2 の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第 1 の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きく、

前記第 2 の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第 3 の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きく、

前記第 1 の絶縁層は、酸化シリコン、窒素化シリコン、又は窒素化シリコンを有し、

前記第2の絶縁層は、酸化ハフニウムを有し、

前記第3の絶縁層は、酸化シリコン、酸窒化シリコン、又は窒化シリコンを有することを特徴とする半導体装置。

【請求項4】

第1のゲート電極と、

前記第1のゲート電極上方の第1の絶縁層と、

前記第1の絶縁層上方の第2の絶縁層と、

前記第2の絶縁層上方の第3の絶縁層と、

前記第3の絶縁層上方の第1の酸化物半導体層と、

前記第1の酸化物半導体層上方の第2の酸化物半導体層と、

前記第2の酸化物半導体層と電気的に接続されたソース電極と、

前記第2の酸化物半導体層と電気的に接続されたドレイン電極と、

前記第2の酸化物半導体層上方の第3の酸化物半導体層と、

前記第3の酸化物半導体層上方のゲート絶縁層と、

前記ゲート絶縁層上方の第2のゲート電極と、を有し、

トランジスタのチャンネル幅方向において、前記第3の酸化物半導体層は、前記第2の酸化物半導体層の上面に接する領域と、前記第2の酸化物半導体層の側面に接する領域と、前記第1の酸化物半導体層の側面に接する領域と、を有し、

前記第1の酸化物半導体層は、前記第2の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第3の酸化物半導体層は、前記第2の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第2の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第1の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きく、

前記第2の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第3の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きく、

前記第1の絶縁層は、酸化シリコン、酸窒化シリコン、又は窒化シリコンを有し、

前記第2の絶縁層は、酸化ハフニウムを有し、

前記第3の絶縁層は、酸化シリコン、酸窒化シリコン、又は窒化シリコンを有することを特徴とする半導体装置。

【請求項5】

請求項1乃至請求項4のいずれか一において、

前記第1の酸化物半導体層の伝導帯下端のエネルギーは、前記第2の酸化物半導体層の伝導帯下端のエネルギーよりも、真空準位に近く、

前記第2の酸化物半導体層の伝導帯下端のエネルギーと前記第1の酸化物半導体層の伝導帯下端のエネルギーとの差は、 0.05 eV 以上 2 eV 以下であり、

前記第3の酸化物半導体層の伝導帯下端のエネルギーは、前記第2の酸化物半導体層の伝導帯下端のエネルギーよりも、真空準位に近く、

前記第2の酸化物半導体層の伝導帯下端のエネルギーと前記第3の酸化物半導体層の伝導帯下端のエネルギーとの差は、 0.05 eV 以上 2 eV 以下であることを特徴とする半導体装置。

【請求項6】

請求項1乃至請求項5のいずれか一において、

前記第2の酸化物半導体層の端部は丸みを帯びた形状を有することを特徴とする半導体装置。

【請求項7】

第1のゲート電極と、

前記第1のゲート電極上方の電子捕獲層と、

前記電子捕獲層上方の第1の酸化物半導体層と、

前記第1の酸化物半導体層上方の第2の酸化物半導体層と、

前記第 2 の酸化物半導体層と電氣的に接続されたソース電極と、
前記第 2 の酸化物半導体層と電氣的に接続されたドレイン電極と、
前記第 2 の酸化物半導体層上方の第 3 の酸化物半導体層と、
前記第 3 の酸化物半導体層上方のゲート絶縁層と、
前記ゲート絶縁層上方の第 2 のゲート電極と、を有し、
トランジスタのチャンネル幅方向において、前記第 2 の酸化物半導体層は、前記第 1 の酸化物半導体層と前記第 3 の酸化物半導体層とに取り囲まれた領域を有し、
前記第 1 の酸化物半導体層は、前記第 2 の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、
前記第 3 の酸化物半導体層は、前記第 2 の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、
前記第 2 の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第 1 の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きく、
前記第 2 の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第 3 の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きい半導体装置の作製方法であって、
前記第 1 のゲート電極の電位を前記ソース電極の電位及び前記ドレイン電極の電位よりも高くして、前記電子捕獲層に電子を捕獲させることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 8】

第 1 のゲート電極と、
前記第 1 のゲート電極上方の電子捕獲層と、
前記電子捕獲層上方の第 1 の酸化物半導体層と、
前記第 1 の酸化物半導体層上方の第 2 の酸化物半導体層と、
前記第 2 の酸化物半導体層と電氣的に接続されたソース電極と、
前記第 2 の酸化物半導体層と電氣的に接続されたドレイン電極と、
前記第 2 の酸化物半導体層上方の第 3 の酸化物半導体層と、
前記第 3 の酸化物半導体層上方のゲート絶縁層と、
前記ゲート絶縁層上方の第 2 のゲート電極と、を有し、
トランジスタのチャンネル幅方向において、前記第 2 の酸化物半導体層は、前記第 1 の酸化物半導体層と前記第 3 の酸化物半導体層とに取り囲まれた領域を有し、
前記第 1 の酸化物半導体層は、前記第 2 の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、
前記第 3 の酸化物半導体層は、前記第 2 の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、
前記第 2 の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第 1 の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きく、
前記第 2 の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第 3 の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きい半導体装置の作製方法であって、
前記第 1 のゲート電極の電位を前記ソース電極の電位及び前記ドレイン電極の電位よりも高くして、前記電子捕獲層に電子を捕獲させ、前記トランジスタのしきい値を増加させることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 9】

第 1 のゲート電極と、
前記第 1 のゲート電極上方の電子捕獲層と、
前記電子捕獲層上方の第 1 の酸化物半導体層と、
前記第 1 の酸化物半導体層上方の第 2 の酸化物半導体層と、
前記第 2 の酸化物半導体層と電氣的に接続されたソース電極と、
前記第 2 の酸化物半導体層と電氣的に接続されたドレイン電極と、
前記第 2 の酸化物半導体層上方の第 3 の酸化物半導体層と、
前記第 3 の酸化物半導体層上方のゲート絶縁層と、

前記ゲート絶縁層上方の第2のゲート電極と、を有し、

トランジスタのチャネル幅方向において、前記第3の酸化物半導体層は、前記第2の酸化物半導体層の上面に接する領域と、前記第2の酸化物半導体層の側面に接する領域と、前記第1の酸化物半導体層の側面に接する領域と、を有し、

前記第1の酸化物半導体層は、前記第2の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第3の酸化物半導体層は、前記第2の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第2の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第1の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きく、

前記第2の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第3の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きい半導体装置の作製方法であって、

前記第1のゲート電極の電位を前記ソース電極の電位及び前記ドレイン電極の電位よりも高くして、前記電子捕獲層に電子を捕獲させることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項10】

第1のゲート電極と、

前記第1のゲート電極上方の電子捕獲層と、

前記電子捕獲層上方の第1の酸化物半導体層と、

前記第1の酸化物半導体層上方の第2の酸化物半導体層と、

前記第2の酸化物半導体層と電気的に接続されたソース電極と、

前記第2の酸化物半導体層と電気的に接続されたドレイン電極と、

前記第2の酸化物半導体層上方の第3の酸化物半導体層と、

前記第3の酸化物半導体層上方のゲート絶縁層と、

前記ゲート絶縁層上方の第2のゲート電極と、を有し、

トランジスタのチャネル幅方向において、前記第3の酸化物半導体層は、前記第2の酸化物半導体層の上面に接する領域と、前記第2の酸化物半導体層の側面に接する領域と、前記第1の酸化物半導体層の側面に接する領域と、を有し、

前記第1の酸化物半導体層は、前記第2の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第3の酸化物半導体層は、前記第2の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第2の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第1の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きく、

前記第2の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第3の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きい半導体装置の作製方法であって、

前記第1のゲート電極の電位を前記ソース電極の電位及び前記ドレイン電極の電位よりも高くして、前記電子捕獲層に電子を捕獲させ、前記トランジスタのしきい値を増加させることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項11】

第1のゲート電極と、

前記第1のゲート電極上方の第1の絶縁層と、

前記第1の絶縁層上方の第2の絶縁層と、

前記第2の絶縁層上方の第3の絶縁層と、

前記第3の絶縁層上方の第1の酸化物半導体層と、

前記第1の酸化物半導体層上方の第2の酸化物半導体層と、

前記第2の酸化物半導体層と電気的に接続されたソース電極と、

前記第2の酸化物半導体層と電気的に接続されたドレイン電極と、

前記第2の酸化物半導体層上方の第3の酸化物半導体層と、

前記第3の酸化物半導体層上方のゲート絶縁層と、

前記ゲート絶縁層上方の第2のゲート電極と、を有し、

トランジスタのチャネル幅方向において、前記第2の酸化物半導体層は、前記第1の酸化物半導体層と前記第3の酸化物半導体層とに取り囲まれた領域を有し、

前記第1の酸化物半導体層は、前記第2の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第3の酸化物半導体層は、前記第2の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第2の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第1の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きく、

前記第2の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第3の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きく、

前記第1の絶縁層は、酸化シリコン、酸窒化シリコン、又は窒化シリコンを有し、

前記第2の絶縁層は、酸化ハフニウムを有し、

前記第3の絶縁層は、酸化シリコン、酸窒化シリコン、又は窒化シリコンを有する半導体装置の作製方法であって、

前記第1のゲート電極の電位を前記ソース電極の電位及び前記ドレイン電極の電位よりも高くして、前記第2の絶縁層に電子を捕獲させることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項12】

第1のゲート電極と、

前記第1のゲート電極上方の第1の絶縁層と、

前記第1の絶縁層上方の第2の絶縁層と、

前記第2の絶縁層上方の第3の絶縁層と、

前記第3の絶縁層上方の第1の酸化物半導体層と、

前記第1の酸化物半導体層上方の第2の酸化物半導体層と、

前記第2の酸化物半導体層と電気的に接続されたソース電極と、

前記第2の酸化物半導体層と電気的に接続されたドレイン電極と、

前記第2の酸化物半導体層上方の第3の酸化物半導体層と、

前記第3の酸化物半導体層上方のゲート絶縁層と、

前記ゲート絶縁層上方の第2のゲート電極と、を有し、

トランジスタのチャネル幅方向において、前記第2の酸化物半導体層は、前記第1の酸化物半導体層と前記第3の酸化物半導体層とに取り囲まれた領域を有し、

前記第1の酸化物半導体層は、前記第2の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第3の酸化物半導体層は、前記第2の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第2の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第1の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きく、

前記第2の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第3の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きく、

前記第1の絶縁層は、酸化シリコン、酸窒化シリコン、又は窒化シリコンを有し、

前記第2の絶縁層は、酸化ハフニウムを有し、

前記第3の絶縁層は、酸化シリコン、酸窒化シリコン、又は窒化シリコンを有する半導体装置の作製方法であって、

前記第1のゲート電極の電位を前記ソース電極の電位及び前記ドレイン電極の電位よりも高くして、前記第2の絶縁層に電子を捕獲させ、前記トランジスタのしきい値を増加させることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項13】

第1のゲート電極と、

前記第1のゲート電極上方の第1の絶縁層と、

前記第 1 の絶縁層上方の第 2 の絶縁層と、
前記第 2 の絶縁層上方の第 3 の絶縁層と、
前記第 3 の絶縁層上方の第 1 の酸化物半導体層と、
前記第 1 の酸化物半導体層上方の第 2 の酸化物半導体層と、
前記第 2 の酸化物半導体層と電氣的に接続されたソース電極と、
前記第 2 の酸化物半導体層と電氣的に接続されたドレイン電極と、
前記第 2 の酸化物半導体層上方の第 3 の酸化物半導体層と、
前記第 3 の酸化物半導体層上方のゲート絶縁層と、
前記ゲート絶縁層上方の第 2 のゲート電極と、を有し、

トランジスタのチャネル幅方向において、前記第 3 の酸化物半導体層は、前記第 2 の酸化物半導体層の上面に接する領域と、前記第 2 の酸化物半導体層の側面に接する領域と、前記第 1 の酸化物半導体層の側面に接する領域と、を有し、

前記第 1 の酸化物半導体層は、前記第 2 の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第 3 の酸化物半導体層は、前記第 2 の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第 2 の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第 1 の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きく、

前記第 2 の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第 3 の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きく、

前記第 1 の絶縁層は、酸化シリコン、酸窒化シリコン、又は窒化シリコンを有し、

前記第 2 の絶縁層は、酸化ハフニウムを有し、

前記第 3 の絶縁層は、酸化シリコン、酸窒化シリコン、又は窒化シリコンを有する半導体装置の作製方法であって、

前記第 1 のゲート電極の電位を前記ソース電極の電位及び前記ドレイン電極の電位よりも高くして、前記第 2 の絶縁層に電子を捕獲させることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 14】

第 1 のゲート電極と、

前記第 1 のゲート電極上方の第 1 の絶縁層と、

前記第 1 の絶縁層上方の第 2 の絶縁層と、

前記第 2 の絶縁層上方の第 3 の絶縁層と、

前記第 3 の絶縁層上方の第 1 の酸化物半導体層と、

前記第 1 の酸化物半導体層上方の第 2 の酸化物半導体層と、

前記第 2 の酸化物半導体層と電氣的に接続されたソース電極と、

前記第 2 の酸化物半導体層と電氣的に接続されたドレイン電極と、

前記第 2 の酸化物半導体層上方の第 3 の酸化物半導体層と、

前記第 3 の酸化物半導体層上方のゲート絶縁層と、

前記ゲート絶縁層上方の第 2 のゲート電極と、を有し、

トランジスタのチャネル幅方向において、前記第 3 の酸化物半導体層は、前記第 2 の酸化物半導体層の上面に接する領域と、前記第 2 の酸化物半導体層の側面に接する領域と、前記第 1 の酸化物半導体層の側面に接する領域と、を有し、

前記第 1 の酸化物半導体層は、前記第 2 の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第 3 の酸化物半導体層は、前記第 2 の酸化物半導体層を構成する金属元素を一種以上有し、

前記第 2 の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第 1 の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きく、

前記第 2 の酸化物半導体層の電子親和力は、前記第 3 の酸化物半導体層の電子親和力よりも大きく、

前記第 1 の絶縁層は、酸化シリコン、酸窒化シリコン、又は窒化シリコンを有し、

前記第 2 の絶縁層は、酸化ハフニウムを有し、

前記第 3 の絶縁層は、酸化シリコン、酸窒化シリコン、又は窒化シリコンを有する半導体装置の作製方法であって、

前記第 1 のゲート電極の電位を前記ソース電極の電位及び前記ドレイン電極の電位よりも高くして、前記第 2 の絶縁層に電子を捕獲させ、前記トランジスタのしきい値を増加させることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 15】

請求項 7 乃至請求項 14 のいずれか一において、

前記第 1 の酸化物半導体層の伝導帯下端のエネルギーは、前記第 2 の酸化物半導体層の伝導帯下端のエネルギーよりも、真空準位に近く、

前記第 2 の酸化物半導体の伝導帯下端のエネルギーと前記第 1 の酸化物半導体層の伝導帯下端のエネルギーとの差は、 0.05 eV 以上 2 eV 以下であり、

前記第 3 の酸化物半導体層の伝導帯下端のエネルギーは、前記第 2 の酸化物半導体層の伝導帯下端のエネルギーよりも、真空準位に近く、

前記第 2 の酸化物半導体の伝導帯下端のエネルギーと前記第 3 の酸化物半導体層の伝導帯下端のエネルギーとの差は、 0.05 eV 以上 2 eV 以下であることを特徴とする半導体装置の作製方法。

【請求項 16】

請求項 7 乃至請求項 15 のいずれか一において、

前記第 2 の酸化物半導体層の端部は丸みを帯びた形状を有することを特徴とする半導体装置の作製方法。