

【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20年3月6日(2008.3.6)

【公開番号】特開2002-261091(P2002-261091A)

【公開日】平成14年9月13日(2002.9.13)

【出願番号】特願2001-94245(P2001-94245)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/316 (2006.01)

H 0 1 L 21/318 (2006.01)

H 0 1 L 27/00 (2006.01)

H 0 1 L 21/76 (2006.01)

H 0 1 L 21/8234 (2006.01)

H 0 1 L 27/088 (2006.01)

H 0 1 L 21/8247 (2006.01)

H 0 1 L 27/115 (2006.01)

H 0 1 L 29/78 (2006.01)

H 0 1 L 29/788 (2006.01)

H 0 1 L 29/792 (2006.01)

H 0 1 L 21/336 (2006.01)

H 0 1 L 29/786 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 21/316 A

H 0 1 L 21/318 A

H 0 1 L 27/00 3 0 1 P

H 0 1 L 21/76 L

H 0 1 L 27/08 1 0 2 C

H 0 1 L 27/10 4 3 4

H 0 1 L 29/78 3 0 1 G

H 0 1 L 29/78 3 7 1

H 0 1 L 29/78 6 1 7 V

H 0 1 L 29/78 6 1 8 A

【手続補正書】

【提出日】平成20年1月21日(2008.1.21)

【手続補正 1】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】特許請求の範囲

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 シリコン表面に形成されたシリコン化合物層を含む半導体装置であって、

前記シリコン化合物層は、少なくとも所定の不活性ガス元素を含み、水素含有量が面密度換算で $10^{11}/\text{cm}^2$ 以下であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 2】 シリコン表面上に第 1 のシリコン化合物層を介して形成された多結晶シリコン膜を有するトランジスタと、多結晶シリコン表面上に形成された第 2 のシリコン化合物層を含むキャパシタとを、共通基板上に備えた半導体メモリ装置であって、

前記第 1 および第 2 のシリコン化合物層の各々は少なくとも所定の不活性ガス元素を含み、水素含有量が面密度換算で $10^{11}/\text{cm}^2$ 以下であることを特徴とする半導体装置。

【請求項 3】 基板上に形成された多結晶シリコン層又はアモルファスシリコン層を活性層とする半導体装置であって、

前記シリコン層の表面には、少なくとも所定の不活性ガス元素を含み、水素含有量が面密度換算で $10^{11}/\text{cm}^2$ 以下のシリコン化合物層が形成され、

前記半導体装置は、前記基板上に形成された表示素子を駆動することを特徴とする半導体装置。

【請求項 4】 前記不活性ガス元素は、アルゴン (Ar)、クリプトン (Kr)、キセノン (Xe) のうちの少なくとも 1 種であることを特徴とする請求項 1～3 のいずれか 1 項に記載の半導体装置。

【請求項 5】 シリコン表面上への半導体装置の製造方法であって、

前記シリコン表面を第 1 の不活性ガスによる第 1 のプラズマに曝して、前記シリコン表面上の少なくとも一部にあらかじめ存在している水素を除去する工程と、

第 2 の不活性ガスと一種類ないしは複数種類の気体分子の混合ガスによる第 2 のプラズマを形成し、前記第 2 のプラズマの下で前記シリコン表面に前記気体分子を構成する元素の少なくとも一部を含むシリコン化合物層を形成する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 6】 前記水素除去工程に先立って、前記シリコン表面を、水素を含む媒体で処理する工程を含むことを特徴とする請求項 5 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 7】 前記媒体は、水素添加水であることを特徴とする請求項 6 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 8】 前記媒体は、希フッ酸であることを特徴とする請求項 6 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 9】 前記シリコン表面は、単結晶シリコン表面であることを特徴とする請求項 5～8 のうち、いずれか一項記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 10】 前記シリコン表面は、(100) 面よりなることを特徴とする請求項 9 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 11】 前記シリコン表面は、(111) 面よりなることを特徴とする請求項 9 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 12】 前記シリコン表面は、複数の異なった結晶面を有することを特徴とする請求項 9 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 13】 前記複数の異なった結晶面は、素子分離溝を画成することを特徴とする請求項 12 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 14】 前記シリコン表面は、多結晶シリコン表面であることを特徴とする請求項 5～8 のうち、いずれか一項記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 15】 前記シリコン表面は、アモルファスシリコン表面であることを特徴とする請求項 5～8 のうち、いずれか一項記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 16】 前記第 1 の不活性ガス及び前記第 2 の不活性ガスは、いずれもアルゴン (Ar) ガス、クリプトン (Kr) ガスおよびキセノン (Xe) ガスよりなる群より選択される少なくとも 1 種のガスであることを特徴とする請求項 5～15 のうち、いずれか一項記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 17】 前記第 1 の不活性ガスと前記第 2 の不活性ガスとは同一であることを特徴とする請求項 16 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 18】 前記第 2 の不活性ガスはクリプトン (Kr) ガスよりなり、前記気体分子は酸素 (O_2) 分子よりなり、前記シリコン化合物層としてシリコン酸化膜が形成されることを特徴とする請求項 5～17 のうち、いずれか一項記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 19】 前記第 2 の不活性ガスはアルゴン (Ar) ガス、又はクリプトン (Kr) ガス、又はアルゴンとクリプトンの混合ガスであり、前記気体分子はアンモニア (NH_3) 分子、または窒素 (N_2) 分子と水素 (H_2) 分子とよりなり、前記シリコン化合物層としてシリコン窒化膜が形成されることを特徴とする請求項 5～17 のうち、いずれ

か一項記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 20】 前記第 2 の不活性ガスはアルゴン (Ar) ガス、又はクリプトン (Kr) ガス、又はアルゴンとクリプトンの混合ガスであり、前記気体分子は酸素 (O_2) 分子とアンモニア (NH_3) 分子、または酸素 (O_2) 分子と窒素 (N_2) 分子と水素 (H_2) 分子とよりなり、前記シリコン化合物層としてシリコン酸化膜が形成されることを特徴とする請求項 5～17 のうち、いずれか 1 項に記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 21】 前記第 1 のプラズマおよび前記第 2 のプラズマは、マイクロ波により励起されることを特徴とする請求項 5～20 のうち、いずれか一項記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 22】 シリコン表面上に第 1 の絶縁膜を介して形成された多結晶シリコン膜を有するトランジスタと、多結晶シリコン表面上に形成された第 2 の絶縁膜を含むキャパシタとを共通基板上に備えた半導体メモリ装置の製造方法であって、

前記シリコン表面を第 1 の不活性ガスによる第 1 のプラズマに曝して前記シリコン表面の少なくとも一部に予め存在する水素を除去する工程と、

第 2 の不活性ガスと一種類ないしは複数種類の気体分子の混合ガスによる第 2 のプラズマを形成し、前記第 2 のプラズマの下で、前記シリコン表面に前記気体分子を構成する元素の少なくとも一部を含むシリコン化合物層を、前記第 1 の絶縁膜として形成する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 23】 さらに、前記多結晶シリコン表面を第 3 の不活性ガスによる第 3 のプラズマに曝して前記シリコン表面の少なくとも一部に予め存在する水素を除去する工程と、

第 4 の不活性ガスと一種類ないしは複数種類の気体分子の混合ガスによる第 4 のプラズマを形成し、前記第 4 のプラズマの下で、前記多結晶シリコン表面に前記気体分子を構成する元素の少なくとも一部を含むシリコン化合物層を、前記第 2 の絶縁膜として形成する工程とを含むことを特徴とする請求項 22 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 24】 前記第 1 および第 3 の不活性ガスは、Ar, Kr および Xe よりなる群より選ばれる少なくとも 1 種のガスよりなることを特徴とする請求項 23 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 25】 前記第 2 および第 4 の不活性ガスは Kr よりなり、前記第 1 および第 2 の絶縁膜はシリコン酸化膜よりなることを特徴とする請求項 23 または 24 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 26】 前記第 2 および第 4 の不活性ガスは Ar または Kr よりなり、前記第 1 および第 2 の絶縁膜は窒化膜または酸窒化膜よりなることを特徴とする請求項 23 または 24 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 27】 前記第 1 および第 2 のプラズマは、マイクロ波により励起されることを特徴とする請求項 22～26 のうち、いずれか一項記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 28】 基板上への多結晶シリコン層又はアモルファスシリコン層を活性層とする半導体装置の製造方法であって、

前記基板上に、多結晶シリコン層またはアモルファスシリコン層よりなるシリコン層を形成する工程と、

前記シリコン層表面を第 1 の不活性ガスによるプラズマに曝して、前記シリコン層表面の少なくとも一部に存在する水素を除去する工程と、

第 2 の不活性ガスと一種類ないしは複数種類の気体分子の混合ガスによるプラズマを発生させて、前記シリコン層表面に前記気体分子を構成する元素の少なくとも一部を含むシリコン化合物層を形成する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法。

【請求項 29】 前記第 1 の不活性ガスは、Ar, Kr および Xe よりなる群より選ばれる少なくとも 1 種のガスよりなることを特徴とする請求項 28 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 30】 前記第 2 の不活性ガスは Kr よりなり、前記第シリコン化合物層はシリコン酸化膜よりなることを特徴とする請求項 28 または 29 記載の半導体装置の製造

方法。

【請求項 3 1】 前記第 2 の不活性ガスは Ar または Kr よりなり、前記シリコン化合物層は窒化膜または酸窒化膜よりなることを特徴とする請求項 2 8 または 2 9 記載の半導体装置の製造方法。

【請求項 3 2】 前記第 1 および第 2 のプラズマは、マイクロ波により励起されることを特徴とする請求項 2 8 ～ 3 1 のうち、いずれか一項記載の半導体装置の製造方法。

【手続補正 2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0 0 1 6

【補正方法】変更

【補正の内容】

【0 0 1 6】

【課題を解決するための手段】

本発明は上記の課題を、

請求項 1 に記載したように、

シリコン表面に形成されたシリコン化合物層を含む半導体装置であって、

前記シリコン化合物層は、少なくとも所定の不活性ガス元素を含み、水素含有量が面密度換算で $10^{11}/\text{cm}^2$ 以下であることを特徴とする半導体装置により、または

請求項 2 に記載したように、

シリコン表面上に第 1 のシリコン化合物層を介して形成された多結晶シリコン膜を有するトランジスタと、多結晶シリコン表面上に形成された第 2 のシリコン化合物層を含むキャパシタとを、共通基板上に備えた半導体メモリ装置であって、

前記第 1 および第 2 のシリコン化合物層の各々は少なくとも所定の不活性ガス元素を含み、水素含有量が面密度換算で $10^{11}/\text{cm}^2$ 以下であることを特徴とする半導体装置により、または

請求項 3 に記載したように、

基板上に形成された多結晶シリコン層又はアモルファスシリコン層を活性層とする半導体装置であって、

前記シリコン層の表面には、少なくとも所定の不活性ガス元素を含み、水素含有量が面密度換算で $10^{11}/\text{cm}^2$ 以下のシリコン化合物層が形成され、

前記半導体装置は、前記基板上に形成された表示素子を駆動することを特徴とする半導体装置により、または

請求項 4 に記載したように、

前記不活性ガス元素は、アルゴン (Ar)、クリプトン (Kr)、キセノン (Xe) のうちの少なくとも 1 種であることを特徴とする請求項 1 ～ 3 のいずれか 1 項に記載の半導体装置により、または

請求項 5 に記載したように、

シリコン表面上への半導体装置の製造方法であって、

前記シリコン表面を第 1 の不活性ガスによる第 1 のプラズマに曝して、前記シリコン表面上の少なくとも一部にあらかじめ存在している水素を除去する工程と、

第 2 の不活性ガスと一種類ないしは複数種類の気体分子の混合ガスによる第 2 のプラズマを形成し、前記第 2 のプラズマの下で前記シリコン表面に前記気体分子を構成する元素の少なくとも一部を含むシリコン化合物層を形成する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法により、または

請求項 6 に記載したように、

前記水素除去工程に先立って、前記シリコン表面を、水素を含む媒体で処理する工程を含むことを特徴とする請求項 5 記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 7 に記載したように、

前記媒体は、水素添加水であることを特徴とする請求項 6 記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 8 に記載したように、

前記媒体は、希フッ酸であることを特徴とする請求項 6 記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 9 に記載したように、

前記シリコン表面は、単結晶シリコン表面であることを特徴とする請求項 5 ～ 8 のうち、いずれか一項記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 10 に記載したように、

前記シリコン表面は、(100) 面よりなることを特徴とする請求項 9 記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 11 に記載したように、

前記シリコン表面は、(111) 面よりなることを特徴とする請求項 9 記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 12 に記載したように、

前記シリコン表面は、複数の異なった結晶面を有することを特徴とする請求項 9 記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 13 に記載したように、

前記複数の異なった結晶面は、素子分離溝を画成することを特徴とする請求項 12 記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 14 に記載したように、

前記シリコン表面は、多結晶シリコン表面であることを特徴とする請求項 5 ～ 8 のうち、いずれか一項記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 15 に記載したように、

前記シリコン表面は、アモルファスシリコン表面であることを特徴とする請求項 5 ～ 8 のうち、いずれか一項記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 16 に記載したように、

前記第 1 の不活性ガス及び前記第 2 の不活性ガスは、いずれもアルゴン (Ar) ガス、クリプトン (Kr) ガスおよびキセノン (Xe) ガスよりなる群より選択される少なくとも 1 種のガスであることを特徴とする請求項 5 ～ 15 のうち、いずれか一項記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 17 に記載したように、

前記第 1 の不活性ガスと前記第 2 の不活性ガスとは同一であることを特徴とする請求項 16 記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 18 に記載したように、

前記第 2 の不活性ガスはクリプトン (Kr) ガスよりなり、前記気体分子は酸素 (O_2) 分子よりなり、前記シリコン化合物層としてシリコン酸化膜が形成されることを特徴とする請求項 5 ～ 17 のうち、いずれか一項記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 19 に記載したように、

前記第 2 の不活性ガスはアルゴン (Ar) ガス、又はクリプトン (Kr) ガス、又はアルゴンとクリプトンの混合ガスであり、前記気体分子はアンモニア (NH_3) 分子、または窒素 (N_2) 分子と水素 (H_2) 分子とよりなり、前記シリコン化合物層としてシリコン窒化膜が形成されることを特徴とする請求項 5 ～ 17 のうち、いずれか一項記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 20 に記載したように、

前記第 2 の不活性ガスはアルゴン (Ar) ガス、又はクリプトン (Kr) ガス、又はアルゴンとクリプトンの混合ガスであり、前記気体分子は酸素 (O_2) 分子とアンモニア (NH_3) 分子、または酸素 (O_2) 分子と窒素 (N_2) 分子と水素 (H_2) 分子とよりなり、前記シリコン化合物層としてシリコン酸窒化膜が形成されることを特徴とする請求項 5 ～ 17 のうち、いずれか 1 項に記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 21 に記載したように、

前記第 1 のプラズマおよび前記第 2 のプラズマは、マイクロ波により励起されることを

特徴とする請求項 5 ～ 20 のうち、いずれか一項記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 22 に記載したように、

シリコン表面上に第 1 の絶縁膜を介して形成された多結晶シリコン膜を有するトランジスタと、多結晶シリコン表面上に形成された第 2 の絶縁膜を含むキャパシタとを共通基板上に備えた半導体メモリ装置の製造方法であって、

前記シリコン表面を第 1 の不活性ガスによる第 1 のプラズマに曝して前記シリコン表面の少なくとも一部に予め存在する水素を除去する工程と、

第 2 の不活性ガスと一種類ないしは複数種類の気体分子の混合ガスによる第 2 のプラズマを形成し、前記第 2 のプラズマの下で、前記シリコン表面に前記気体分子を構成する元素の少なくとも一部を含むシリコン化合物層を、前記第 1 の絶縁膜として形成する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法により、または

請求項 23 に記載したように、

さらに、前記多結晶シリコン表面を第 3 の不活性ガスによる第 3 のプラズマに曝して前記シリコン表面の少なくとも一部に予め存在する水素を除去する工程と、

第 4 の不活性ガスと一種類ないしは複数種類の気体分子の混合ガスによる第 4 のプラズマを形成し、前記第 4 のプラズマの下で、前記多結晶シリコン表面に前記気体分子を構成する元素の少なくとも一部を含むシリコン化合物層を、前記第 2 の絶縁膜として形成する工程とを含むことを特徴とする請求項 22 記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 24 に記載したように、

前記第 1 および第 3 の不活性ガスは、Ar, Kr および Xe よりなる群より選ばれる少なくとも 1 種のガスよりなることを特徴とする請求項 23 記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 25 に記載したように、

前記第 2 および第 4 の不活性ガスは Kr よりなり、前記第 1 および第 2 の絶縁膜はシリコン酸化膜よりなることを特徴とする請求項 23 または 24 記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 26 に記載したように、

前記第 2 および第 4 の不活性ガスは Ar または Kr よりなり、前記第 1 および第 2 の絶縁膜は窒化膜または酸窒化膜よりなることを特徴とする請求項 23 または 24 記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 27 に記載したように、

前記第 1 および第 2 のプラズマは、マイクロ波により励起されることを特徴とする請求項 22 ～ 26 のうち、いずれか一項記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 28 に記載したように、

基板上への多結晶シリコン層又はアモルファスシリコン層を活性層とする半導体装置の製造方法であって、

前記基板上に、多結晶シリコン層またはアモルファスシリコン層よりなるシリコン層を形成する工程と、

前記シリコン層表面を第 1 の不活性ガスによるプラズマに曝して、前記シリコン層表面の少なくとも一部に存在する水素を除去する工程と、

第 2 の不活性ガスと一種類ないしは複数種類の気体分子の混合ガスによるプラズマを発生させて、前記シリコン層表面に前記気体分子を構成する元素の少なくとも一部を含むシリコン化合物層を形成する工程とを含むことを特徴とする半導体装置の製造方法により、または

請求項 29 に記載したように、

前記第 1 の不活性ガスは、Ar, Kr および Xe よりなる群より選ばれる少なくとも 1 種のガスよりなることを特徴とする請求項 28 記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項 30 に記載したように、

前記第２の不活性ガスはK r よりなり、前記第シリコン化合物層はシリコン酸化膜よりなることを特徴とする請求項２８または２９記載の半導体装置の製造方法により、または請求項３１に記載したように、

前記第２の不活性ガスはA r またはK r よりなり、前記シリコン化合物層は窒化膜または酸窒化膜よりなることを特徴とする請求項２８または２９記載の半導体装置の製造方法により、または

請求項３２に記載したように、

前記第１および第２のプラズマは、マイクロ波により励起されることを特徴とする請求項２８～３１のうち、いずれか一項記載の半導体装置の製造方法により、解決する。

〔作用〕

本発明者らは、従来の熱酸化工程において、熱酸化工程の前処理工程として希フッ酸や水素添加水等を用いた洗浄を行い、シリコン表面のシリコン未結合手を水素で終端することによりシリコン表面の自然酸化を抑制した場合に、A r、K rなどの不活性ガス雰囲気中においてシリコン基体を昇温する過程における前記表面終端水素の離脱に伴ってシリコン表面に平坦性の劣化が生じることを見出した。かかるシリコン表面の平坦性の劣化は、それに続く熱酸化工程を経た後でも残り、シリコン／シリコン酸化膜界面における平坦性の劣化を生じるものと考えられる。かかるシリコン／シリコン酸化膜界面における平坦性の劣化は、リーク電流の増加やしきい値電圧の不均一性の原因の一つになっていたと考えられる。