

【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】令和3年3月4日(2021.3.4)

【公開番号】特開2020-13850(P2020-13850A)

【公開日】令和2年1月23日(2020.1.23)

【年通号数】公開・登録公報2020-003

【出願番号】特願2018-134089(P2018-134089)

【国際特許分類】

H 01 L 27/11568 (2017.01)

H 01 L 21/336 (2006.01)

H 01 L 29/788 (2006.01)

H 01 L 29/792 (2006.01)

【F I】

H 01 L 27/11568

H 01 L 29/78 3 7 1

【手続補正書】

【提出日】令和3年1月15日(2021.1.15)

【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】

半導体基板上に形成され、且つ、電荷の保持が可能な電荷蓄積層を含む第1ゲート絶縁膜と、前記第1ゲート絶縁膜上に形成された第1ゲート電極とを有する不揮発性メモリセルを備える半導体装置であって、

前記電荷蓄積層は、

前記半導体基板上に形成され、且つ、ハフニウムシリケート膜からなる第1絶縁膜と、

前記第1絶縁膜上に形成され、前記第1絶縁膜とは異なる材料からなり、且つ、アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜、炭化アルミニウム膜、アルミニウムシリケート膜または酸化アルミニウム膜からなる第1挿入層と、

前記第1挿入層上に形成され、前記第1挿入層とは異なる材料からなり、且つ、ハフニウムシリケート膜からなる第2絶縁膜と、

を有する、半導体装置。

【請求項2】

請求項1に記載の半導体装置において、

前記第1挿入層の厚さは、前記第1絶縁膜の厚さおよび前記第2絶縁膜の厚さよりも薄い、半導体装置。

【請求項3】

請求項1に記載の半導体装置において、

前記第1ゲート絶縁膜は、前記半導体基板と前記電荷蓄積層との間に、酸化シリコン膜または酸窒化シリコン膜からなる第3絶縁膜を更に有し、

前記第1絶縁膜は、前記第3絶縁膜に直接接している、半導体装置。

【請求項4】

請求項3に記載の半導体装置において、

前記電荷蓄積層は、

前記第2絶縁膜上に形成され、且つ、前記第1挿入層と同じ膜からなる第2挿入層と、

前記第2挿入層上に形成され、前記第2挿入層とは異なる材料からなり、且つ、ハフニウムシリケート膜からなる第4絶縁膜と、  
を更に有する、半導体装置。

【請求項5】

請求項1に記載の半導体装置において、  
前記第1ゲート絶縁膜は、前記電荷蓄積層と前記第1ゲート電極との間に、アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜、炭化アルミニウム膜、アルミニウムシリケート膜または酸化アルミニウム膜からなり、且つ、前記第1挿入層よりも厚い厚さを有する第3絶縁膜を更に有する、半導体装置。

【請求項6】

請求項1に記載の半導体装置において、  
前記第1ゲート絶縁膜は、前記半導体基板と前記電荷蓄積層との間に、第3絶縁膜を更に有し、  
前記第3絶縁膜は、  
前記電荷蓄積層上に形成され、且つ、アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜、炭化アルミニウム膜、アルミニウムシリケート膜または酸化アルミニウム膜からなる第4絶縁膜と、  
前記第4絶縁膜上に形成され、且つ、酸化シリコン膜、酸窒化シリコン膜または窒化シリコン膜からなる第5絶縁膜と、  
前記第5絶縁膜上に形成され、且つ、アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜、炭化アルミニウム膜、アルミニウムシリケート膜または酸化アルミニウム膜からなる第6絶縁膜と、  
を有し、

前記第1挿入層の厚さは、前記第4絶縁膜の厚さおよび前記第6絶縁膜の厚さよりも薄い、半導体装置。

【請求項7】

請求項6に記載の半導体装置において、  
前記第4絶縁膜に含まれる複数の第1結晶粒と、前記第6絶縁膜に含まれる複数の第2結晶粒とは、前記第5絶縁膜によって分離されている、半導体装置。

【請求項8】

請求項7に記載の半導体装置において、  
前記第4絶縁膜および前記第6絶縁膜は、それぞれ多結晶膜であり、  
前記第5絶縁膜は、非晶質膜である、半導体装置。

【請求項9】

請求項1に記載の半導体装置において、  
前記不揮発性メモリセルは、  
前記半導体基板上に形成された第2ゲート絶縁膜と、  
前記第2ゲート絶縁膜上に形成された第2ゲート電極と、  
を更に有し、  
前記第1ゲート電極は、前記第2ゲート電極と絶縁分離されている、半導体装置。

【請求項10】

請求項1に記載の半導体装置において、  
前記第1挿入層は、酸化アルミニウム膜からなる、半導体装置。

【請求項11】

電荷の保持が可能な電荷蓄積層を有する不揮発性メモリセルを備える半導体装置であつて、  
前記電荷蓄積層は、ハフニウムシリケート膜からなる第1絶縁膜を有し、  
前記電荷蓄積層は、前記第1絶縁膜上に形成された挿入層を少なくとも1層以上含み、  
前記挿入層は、アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜、炭化アルミニウム膜、アルミニウムシリケート膜または酸化アルミニウム膜からなる、半導体装置。

**【請求項 1 2】**

請求項 1 1 に記載の半導体装置において、

前記電荷蓄積層の内部において、前記第 1 絶縁膜と前記挿入層との界面が、複数存在している、半導体装置。

**【請求項 1 3】**

請求項 1 1 に記載の半導体装置において、

前記電荷蓄積層は、前記不揮発性メモリセルの第 1 ゲート絶縁膜の一部であり、

前記第 1 ゲート絶縁膜は、前記電荷蓄積層下に形成され、且つ、酸化シリコンまたは酸化シリコンからなる第 2 絶縁膜と、前記電荷蓄積層上に形成され、且つ、アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜、炭化アルミニウム膜、アルミニウムシリケート膜または酸化アルミニウム膜からなる第 3 絶縁膜とを有し、

前記挿入層の厚さは、前記第 3 絶縁膜の厚さよりも薄い、半導体装置。

**【請求項 1 4】**

請求項 1 3 に記載の半導体装置において、

前記挿入層が、前記第 1 絶縁膜上に、2 層以上形成され、

2 層以上の前記挿入層の各々の厚さは、前記第 3 絶縁膜の厚さよりも薄い、半導体装置。

**【請求項 1 5】**

請求項 1 1 に記載の半導体装置において、

前記電荷蓄積層は、前記不揮発性メモリセルの第 1 ゲート絶縁膜の一部であり、

前記第 1 ゲート絶縁膜は、前記電荷蓄積層下に形成され、且つ、酸化シリコンまたは酸化シリコンからなる第 2 絶縁膜と、前記電荷蓄積層上に形成された第 3 絶縁膜とを有し、

前記第 3 絶縁膜は、

前記電荷蓄積層上に形成され、且つ、アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜、炭化アルミニウム膜、アルミニウムシリケート膜または酸化アルミニウム膜からなる第 4 絶縁膜と、

前記第 4 絶縁膜上に形成され、且つ、酸化シリコン膜、酸窒化シリコン膜または窒化シリコン膜からなる第 5 絶縁膜と、

前記第 5 絶縁膜上に形成され、且つ、アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜、炭化アルミニウム膜、アルミニウムシリケート膜または酸化アルミニウム膜からなる第 6 絶縁膜と、

を有し、

前記挿入層の厚さは、前記第 4 絶縁膜の厚さおよび前記第 6 絶縁膜の厚さよりも薄い、半導体装置。

**【請求項 1 6】**

請求項 1 5 に記載の半導体装置において、

前記挿入層が、前記第 1 絶縁膜上に、2 層以上形成され、

2 層以上の前記挿入層の各々の厚さは、前記第 4 絶縁膜の厚さおよび前記第 6 絶縁膜の厚さよりも薄い、半導体装置。

**【請求項 1 7】**

請求項 1 1 に記載の半導体装置において、

前記挿入層は、酸化アルミニウム膜である、半導体装置。

**【請求項 1 8】**

( a ) 半導体基板上に、電荷の保持が可能な電荷蓄積層を含む第 1 ゲート絶縁膜を形成する工程、

( b ) 前記第 1 ゲート絶縁膜上に、第 1 ゲート電極を形成する工程、

を有し、

前記 ( a ) 工程において、前記電荷蓄積層を形成する工程は、

( a 1 ) 前記半導体基板上に、ハフニウムシリケート膜からなる第 1 絶縁膜を形成する工

程、

( a 2 ) 前記第 1 絶縁膜上に、アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜、炭化アルミニウム膜、アルミニウムシリケート膜または酸化アルミニウム膜からなる第 1 挿入層を形成する工程、

( a 3 ) 前記第 1 挿入層上に、ハフニウムシリケート膜からなる第 2 絶縁膜を形成する工程、

を有する、半導体装置の製造方法。

【請求項 19】

請求項 18 に記載の半導体装置の製造方法において、

前記 ( a 3 ) 工程後、熱処理を行う工程、を更に有し、

前記第 1 絶縁膜および前記第 2 絶縁膜の各々の前記ハフニウムシリケート膜は、 $Hf_xSi_{1-x}O_2$  ( $0 < x < 1$ ) 膜であり、

$0.9 \leq x < 1$  である場合には、前記熱処理の温度を 800 以上、975 未満とし、

$0 < x < 0.9$  である場合には、前記熱処理の温度を 975 以上、1050 以下とする、半導体装置の製造方法。

【請求項 20】

請求項 18 に記載の半導体装置の製造方法において、

前記 ( a ) 工程において、前記電荷蓄積層を形成する工程は、

( a 4 ) 前記第 2 絶縁膜上に、前記第 2 絶縁膜の厚さよりも薄い厚さを有し、且つ、アルミニウム膜、窒化アルミニウム膜、炭化アルミニウム膜、アルミニウムシリケート膜または酸化アルミニウム膜からなる第 2 挿入層を形成する工程、

( a 5 ) 前記第 2 挿入層上に、前記第 2 挿入層の厚さよりも厚い厚さを有し、且つ、ハフニウムシリケート膜からなる第 3 絶縁膜を形成する工程、

を更に有する、半導体装置の製造方法。