

【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 23 年 7 月 28 日 (2011.7.28)

【公開番号】特開 2010-283040 (P2010-283040A)

【公開日】平成 22 年 12 月 16 日 (2010.12.16)

【年通号数】公開・登録公報 2010-050

【出願番号】特願 2009-133473 (P2009-133473)

【国際特許分類】

H 0 1 L 29/78 (2006.01)

H 0 1 L 21/316 (2006.01)

【F I】

H 0 1 L 29/78 3 0 1 G

H 0 1 L 21/316 X

H 0 1 L 21/316 P

【手続補正書】

【提出日】平成 23 年 6 月 14 日 (2011.6.14)

【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】

半導体基板の上面上に界面酸化層を設ける工程 (a) と、  
前記界面酸化層の上面上にゲート絶縁膜を設ける工程 (b) と、  
前記ゲート絶縁膜の上面上にゲート電極を設ける工程 (c) とを備え、  
前記工程 (b) は、

前記界面酸化層の上に第 1 の高誘電体材料膜を設ける工程 (b 1) と、

前記第 1 の高誘電体材料膜の上に第 2 の高誘電体材料膜を設ける工程 (b 2) と、

前記第 1 の高誘電体材料膜に窒素を混入して第 1 の高誘電体膜を形成し、前記第 2 の高誘電体材料膜に窒素を混入して前記第 1 の高誘電体膜よりも窒素濃度が高い第 2 の高誘電体膜を形成する工程 (b 3) とを有する半導体装置の製造方法。

【請求項 2】

請求項 1 に記載の半導体装置の製造方法であって、

ハフニウムを含む第 1 のガスと酸素を含む第 1 の酸化剤とを用いて、前記第 1 の高誘電体材料膜を形成し、

ハフニウムを含む第 2 のガスと酸素を含む第 2 の酸化剤とを用いて、前記第 2 の高誘電体材料膜を形成し、

前記第 1 の高誘電体材料膜における前記ハフニウムに対する前記酸素の原子比を a とし  
前記第 2 の高誘電体材料膜における前記ハフニウムに対する前記酸素の原子比を b とした  
ときに  $b/a > 1$  となるように、前記第 1 の高誘電体材料膜及び前記第 2 の高誘電体材料膜を形成する半導体装置の製造方法。

【請求項 3】

請求項 2 に記載の半導体装置の製造方法であって、

前記工程 (b 1) では、前記界面酸化層の上面上に前記第 1 のガスを第 1 の時間供給する工程と、前記界面酸化層の上面上に前記第 1 の酸化剤を第 2 の時間供給する工程とを繰り返す行い、

前記工程 (b 2) では、前記第 1 の高誘電体材料膜の上面上に前記第 2 のガスを第 3 の

時間供給する工程と、前記第 1 の高誘電体材料膜の上面上に前記第 2 の酸化剤を第 4 の時間供給する工程とを繰り返し行い、

前記第 1 のガスと前記第 2 のガスとが同じであり、

前記第 1 の酸化剤と前記第 2 の酸化剤とが同じであり、

前記第 2 の時間は前記第 4 の時間よりも長い半導体装置の製造方法。

【請求項 4】

請求項 2 に記載の半導体装置の製造方法であって、

前記工程 (b 1) では、前記第 1 のガスとしてテトラキスジメチルアミノハフニウムを用い、前記第 1 の酸化剤としてオゾンを用い、

前記工程 (b 2) では、前記第 2 のガスとしてテトラクロロハフニウムを用い、前記第 2 の酸化剤として水を用いる半導体装置の製造方法。

【請求項 5】

半導体基板と、

前記半導体基板の上面上に設けられた界面酸化層と、

前記界面酸化層の上面上に設けられたゲート絶縁膜と、

前記ゲート絶縁膜の上面上に設けられたゲート電極とを備え、

前記ゲート絶縁膜は、前記界面酸化層の上に設けられ、窒素を含有する第 1 の高誘電体膜と、前記第 1 の高誘電体膜の上に設けられ、窒素を含有する第 2 の高誘電体膜とを有し、

前記第 1 の高誘電体膜における窒素濃度は、前記第 2 の高誘電体膜における窒素濃度よりも低い半導体装置。

【請求項 6】

請求項 5 に記載の半導体装置であって、

前記第 1 の高誘電体膜は、ハフニウムと酸素とを含有しており、

前記第 2 の高誘電体膜は、ハフニウムと酸素とを含有しており、

前記第 1 の高誘電体膜における前記ハフニウムに対する前記酸素の原子比を  $a$  とし、前記第 2 の高誘電体膜における前記ハフニウムに対する前記酸素の原子比を  $b$  としたとき、 $b/a < 1$  である半導体装置。

【請求項 7】

請求項 6 に記載の半導体装置であって、

前記第 1 の高誘電体膜は、前記ハフニウムとは異なる第 1 の金属を含有しており、

前記第 2 の高誘電体膜は、前記ハフニウムとは異なる第 2 の金属を含有しており、

前記第 1 及び前記第 2 の金属は、Al、La、Zr、Ti、Ta、Mg、Ge 及び Y の少なくとも 1 つである半導体装置。

【請求項 8】

請求項 5 に記載の半導体装置であって、

前記第 1 の高誘電体膜の膜厚が前記第 2 の高誘電体膜の膜厚よりも大きい場合は、前記窒素濃度は、前記ゲート絶縁膜の膜厚方向における中央よりも前記ゲート電極に近い位置において急激に変化する半導体装置。

【請求項 9】

請求項 5 に記載の半導体装置であって、

前記第 1 の高誘電体膜の膜厚が前記第 2 の高誘電体膜の膜厚よりも小さい場合は、前記窒素濃度は、前記ゲート絶縁膜の膜厚方向における中央よりも前記界面酸化層に近い位置において急激に変化する半導体装置。