【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6年4月24日(2024.4.24)

【国際公開番号】WO2023/149131
【出願番号】特願2023-578422(P2023-578422)
【国際特許分類】
H01L 29/78(2006.01)
H01L 29/12(2006.01)
H01L 29/06(2006.01)
H01L 21/336(2006.01)
【FI】
H01L 29/78 652E
H01L 29/78 652T
H01L 29/78 653A
H01L 29/78 652J
H01L 29/78 652H
H01L 29/06 301D
H01L 29/06 301V
H01L 29/78 658A

【手続補正書】
【提出日】令和5年5月30日(2023.5.30)
【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】
炭化珪素からなる半導体基板と、
前記半導体基板の内部に設けられた第１導電型の第１半導体領域と、
前記半導体基板の第１主面と前記第１半導体領域との間に設けられた第２導電型の第２半導体領域と、
前記第１主面と前記第２半導体領域との間に選択的に設けられた第１導電型の第３半導体領域と、
前記第３半導体領域および前記第２半導体領域を貫通して前記第１半導体領域に達するトレンチと、
前記トレンチの内部にゲート絶縁膜を介して設けられたゲート電極と、
前記第２半導体領域および前記第３半導体領域に電気的に接続された第１電極と、
前記半導体基板の第２主面に設けられた第２電極と、
を備え、
前記第２半導体領域の深さ方向の不純物濃度プロファイルは、
最も不純物濃度の高い第１深さ位置から前記第１主面側へ向かうにしたがって第１勾配で不純物濃度が低くなっており、
かつ、前記第１深さ位置から前記第２主面側へ向かうにしたがって不純物濃度が単調に減少し、前記第１深さ位置よりも前記第２主面側に深い１つ以上の異なる第２深さ位置で段差をなしており、
前記第１深さ位置から前記第２深さ位置までの前記不純物濃度プロファイルは、前記第１勾配よりも緩やかな第２勾配で不純物濃度が低くなっていることを特徴とする半導体装

置。
【請求項２】
前記第２半導体領域の前記不純物濃度プロファイルは、所定の前記第２深さ位置と、当該第２深さ位置の前記第１主面側に隣り合う前記第１深さ位置または他の前記第２深さ位置との間において、前記第２主面側へ向かうにしたがって不純物濃度が高くなる方向に凸となる曲線をなした勾配で不純物濃度が低くなるか、または不純物濃度が一様となっていることを特徴とする請求項１に記載の半導体装置。
【請求項３】
前記第２半導体領域の前記不純物濃度プロファイルは、所定の前記第２深さ位置と、当該第２深さ位置の前記第１主面側に隣り合う前記第１深さ位置または他の前記第２深さ位置との間の距離が０．１μｍ以上０．２μｍ以下の範囲内であることを特徴とする請求項１に記載の半導体装置。
【請求項４】
前記第２半導体領域の不純物濃度は、前記第１深さ位置から前記第２主面側に０．２μｍの第３深さ位置までの部分で前記第１深さ位置の不純物濃度の１／１０以上であることを特徴とする請求項１に記載の半導体装置。
【請求項５】
前記第１深さ位置は、前記第２半導体領域の深さ方向の中心よりも前記第１主面側であることを特徴とする請求項１に記載の半導体装置。
【請求項６】
前記第２半導体領域の前記第１深さ位置の不純物濃度は、４．０×１０^{17}／ｃｍ^{3}以上８．０×１０^{17}／ｃｍ^{3}以下の範囲内であることを特徴とする請求項１に記載の半導体装置。
【請求項７】
前記半導体基板の内部において前記トレンチの底面よりも前記第２主面側に、前記第２半導体領域と離れて選択的に設けられ、深さ方向に前記トレンチの底面に対向する、前記第２半導体領域よりも不純物濃度の高い第２導電型の第１高濃度領域と、
前記半導体基板の内部において前記トレンチの底面よりも前記第２主面側に、前記第２半導体領域に接し、かつ前記トレンチおよび前記第１高濃度領域と離れて選択的に設けられた、前記第２半導体領域よりも不純物濃度の高い第２導電型の第２高濃度領域と、
をさらに備えることを特徴とする請求項１に記載の半導体装置。
【請求項８】
炭化珪素からなる出発基板に炭化珪素層をエピタキシャルさせて、前記炭化珪素層側を第１主面とし、前記出発基板側を第２主面とし、前記炭化珪素層の内部に第１導電型の第１半導体領域を有する半導体基板を作製する第１工程と、
前記炭化珪素層の内部において前記第１主面と前記第１半導体領域との間に、第２導電型の第２半導体領域を形成する第２工程と、
前記炭化珪素層の表面領域において前記第１主面と前記第２半導体領域との間に、第１導電型の第３半導体領域を選択的に形成する第３工程と、
前記第３半導体領域および前記第２半導体領域を貫通して前記第１半導体領域に達するトレンチを形成する第４工程と、
前記トレンチの内部にゲート絶縁膜を介して設けられたゲート電極を形成する第５工程と、
前記第２半導体領域および前記第３半導体領域に電気的に接続された第１電極を形成する第６工程と、
前記第２主面に第２電極を形成する第７工程と、
を含み、
前記第２工程では、
前記第１主面から前記炭化珪素層に、前記第２半導体領域の内部を飛程の深さ位置として、異なる加速電圧でかつ加速電圧が高いほどドーズ量を低くした２段以上のイオン注入

によって第２導電型不純物を導入し、
　前記イオン注入により、前記第２半導体領域に、
　最も不純物濃度の高い第１深さ位置から前記第１主面側へ向かうにしたがって第１勾配で不純物濃度が低くなり、
　かつ、前記第１深さ位置から前記第２主面側へ向かうにしたがって不純物濃度が単調に減少し、前記第１深さ位置よりも前記第２主面側に深い１つ以上の異なる第２深さ位置で段差をなし、前記第１深さ位置から前記第２深さ位置まで前記第１勾配よりも緩やかな第２勾配で不純物濃度が低くなる深さ方向の不純物濃度プロファイルを形成することを特徴とする半導体装置の製造方法。
【請求項９】
　前記第２工程では、前記イオン注入の加速電圧を、当該イオン注入の次に加速電圧の低い前記イオン注入の加速電圧の１．３倍以上１．６倍以下の範囲内に設定することを特徴とする請求項８に記載の半導体装置の製造方法。
【請求項１０】
　前記第２工程では、前記イオン注入のドーズ量を、当該イオン注入の次に加速電圧の低い前記イオン注入のドーズ量の１０％以上２０％以下の範囲内に設定することを特徴とする請求項８に記載の半導体装置の製造方法。
【請求項１１】
　前記第１工程では、前記炭化珪素層として、前記第１半導体領域となる第１導電型炭化珪素層と、第２導電型炭化珪素層と、を順に堆積し、
　前記第２工程では、前記第２導電型炭化珪素層の、前記第３半導体領域を除く部分を前記第２半導体領域とし、前記イオン注入により当該第２半導体領域を前記不純物濃度プロファイルに調整することを特徴とする請求項８に記載の半導体装置の製造方法。
【請求項１２】
　前記第１工程では、第１導電型の前記炭化珪素層を堆積し、
　前記第２工程では、前記炭化珪素層の、前記第３半導体領域と前記第１半導体領域との間を飛程の深さ位置として前記イオン注入を行うことで、前記不純物濃度プロファイルを有する前記第２半導体領域を形成することを特徴とする請求項８に記載の半導体装置の製造方法。