

【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 2 年 11 月 5 日 (2020.11.5)

【公表番号】特表 2019-536260 (P2019-536260A)

【公表日】令和 1 年 12 月 12 日 (2019.12.12)

【年通号数】公開・登録公報 2019-050

【出願番号】特願 2019-519417 (P2019-519417)

【国際特許分類】

H 0 1 L 21/02 (2006.01)

H 0 1 L 27/12 (2006.01)

H 0 1 L 21/265 (2006.01)

H 0 1 L 21/20 (2006.01)

C 3 0 B 29/06 (2006.01)

【 F I 】

H 0 1 L 27/12 B

H 0 1 L 21/02 B

H 0 1 L 21/265 Q

H 0 1 L 21/20

C 3 0 B 29/06 5 0 1 A

C 3 0 B 29/06 5 0 2 Z

【手続補正書】

【提出日】令和 2 年 9 月 14 日 (2020.9.14)

【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】

多層基板を準備する方法であって、方法は、

エピタキシャルに、単結晶半導体ハンドル基板の前面上に直接エピタキシャル層を堆積するステップであって、前記単結晶半導体ハンドル基板は、2つの主要なおおよそ平行な表面であって、その1つは、前記単結晶半導体ハンドル基板の前面であり、他方は、前記単結晶半導体ハンドル基板の裏面である表面と、前記単結晶半導体ハンドル基板の前面と裏面を接合する周縁エッジと、前記単結晶半導体ハンドル基板の前面と裏面の間の中央平面と、前記単結晶半導体ハンドル基板の前面と裏面の間のバルク領域とを備え、前記単結晶半導体ハンドル基板は、少なくとも約 5 0 0 c m の最小バルク領域抵抗率を有し、さらに単結晶半導体ハンドル基板は、ハンドル結晶配向を有し、前記エピタキシャル層は、約 1 0 0 c m から約 5 0 0 0 c m の間の抵抗率を有し、さらに前記エピタキシャル層は、前記ハンドル結晶配向と同じ結晶配向を有する、エピタキシャル層を堆積するステップと、

前記エピタキシャル層上に直接電荷捕獲層を堆積するステップであって、電荷捕獲層は、少なくとも約 3 0 0 0 c m の抵抗率を有する多結晶シリコンを備える、電荷捕獲層を堆積するステップと、

単結晶半導体ドナー基板の前面直上の誘電体層を前記電荷捕獲層と接合し、それにより接合構造を形成するステップであって、前記単結晶半導体ドナー基板は、2つの主要なおおよそ平行な表面であって、その1つは、前記半導体ドナー基板の前面であり、他方は、前記半導体ドナー基板の裏面である表面と、前記半導体ドナー基板の前面と裏面を接合す

る周縁エッジと、前記半導体ドナー基板の前面と裏面の間の中央平面とを備え、前記単結晶半導体ドナー基板は、劈開面を備える、接合構造を形成するステップと、  
を備える方法。

【請求項 2】

前記単結晶半導体ハンドル基板は、単結晶シリコンを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 3】

前記単結晶半導体ドナー基板は、単結晶シリコンを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 4】

前記単結晶半導体ハンドル基板は、約 1 0 0 0 c m から約 1 0 0 0 0 0 c m のバルク抵抗率を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 5】

前記単結晶半導体ハンドル基板は、約 1 0 0 0 c m から 6 0 0 0 c m のバルク抵抗率を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 6】

前記単結晶半導体ハンドル基板は、ボロン、アルミニウム、ガリウム、インジウム、及びそれらの任意の組み合わせからなるグループから選択された電気活性ドーパントを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 7】

前記エピタキシャル層は、約 2 0 0 c m から約 2 0 0 0 c m の抵抗率を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 8】

前記エピタキシャル層は、約 4 0 0 c m から約 1 0 0 0 c m の抵抗率を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 9】

前記エピタキシャル層は、シリコンと、ヒ素、リン、アンチモン、及びそれらの任意の組み合わせからなるグループから選択された電気活性ドーパントと、を含む請求項 1 に記載の方法。

【請求項 10】

シリコンを含む前記エピタキシャル層は、約 0 . 2  $\mu$  m から約 2 0  $\mu$  m の厚さである、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 11】

シリコンを含む前記エピタキシャル層は、約 0 . 5  $\mu$  m から約 1 0  $\mu$  m の厚さである、請求項 9 に記載の方法。

【請求項 12】

前記エピタキシャル層は、約 0 . 1 モル % から約 5 モル % の炭素濃度の炭素がドーブされたシリコンを含む、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 13】

前記エピタキシャル層は、約 0 . 5 モル % から約 2 モル % の炭素濃度の炭素がドーブされたシリコンを含む、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 14】

炭素がドーブされたシリコンを含む前記エピタキシャル層は、約 0 . 1  $\mu$  m から約 1 0  $\mu$  m の厚さである、請求項 1 2 に記載の方法。

【請求項 15】

前記電荷捕獲層は、少なくとも約 7 0 0 0 c m の抵抗率を有する、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 16】

さらに、前記単結晶半導体ドナー基板の前面の前記誘電体層に接合する前に、前記電荷捕獲層上に絶縁層を形成するステップであって、前記絶縁層は、半導体酸化物または半導体酸窒化物を含む、絶縁層を形成するステップを備える、請求項 1 に記載の方法。

【請求項 17】

前記誘電体層は、二酸化ケイ素、窒化ケイ素、酸窒化ケイ素、酸化ハフニウム、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ランタン、酸化バリウム、及びそれらの任意の組み合わせからなるグループから選択された材料を含む、請求項1に記載の方法。

【請求項 18】

さらに、前記単結晶半導体ドナー基板の前記誘電体層と前記単結晶半導体ハンドル基板の前面の前記電荷捕獲層との間の接合を強化するために、十分な温度と期間で接合構造を加熱するステップを備える、請求項1に記載の方法。

【請求項 19】

さらに、前記単結晶半導体ドナー基板の劈開面において接合構造を機械的に劈開し、それにより前記単結晶半導体ハンドル基板、前記エピタキシャル層、前記電荷捕獲層、前記誘電体層、及び単結晶半導体装置層を備える劈開構造を準備するステップを備える、請求項1に記載の方法。

【請求項 20】

多層基板を準備する方法であって、方法は、

エピタキシャルに、単結晶半導体ハンドル基板の前面上に直接エピタキシャル層を堆積するステップであって、前記単結晶半導体ハンドル基板は、2つの主要なおおよそ平行な表面であって、その1つは、前記単結晶半導体ハンドル基板の前面であり、他方は、前記単結晶半導体ハンドル基板の裏面である表面と、前記単結晶半導体ハンドル基板の前面と裏面を接合する周縁エッジと、前記単結晶半導体ハンドル基板の前面と裏面の間の中央平面と、前記単結晶半導体ハンドル基板の前面と裏面の間のバルク領域とを備え、前記単結晶半導体ハンドル基板は、ボロン、アルミニウム、ガリウム、インジウム、及びそれらの任意の組み合わせからなるグループから選択された電気活性p型ドーパントを含み、前記単結晶半導体ハンドル基板は、ハンドル結晶配向を有し、前記エピタキシャル層は、ヒ素、リン、アンチモン、及びそれらの任意の組み合わせからなるグループから選択される電気活性n型ドーパントを含み、前記電気活性n型ドーパントの濃度は、 $1 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^3$ 未満であり、さらに前記エピタキシャル層は、前記ハンドル結晶配向と同じ結晶配向を有する、エピタキシャル層を堆積するステップと、

前記エピタキシャル層上に直接電荷捕獲層を堆積するステップであって、前記電荷捕獲層は、多結晶シリコンを含む、電荷捕獲層を堆積するステップと、

単結晶半導体ドナー基板の前面直上の誘電体層を前記電荷捕獲層に接合し、それによって接合構造を形成するステップであって、前記単結晶半導体ドナー基板は、2つの主要なおおよそ平行な表面であって、その1つは、前記半導体ドナー基板の前面であり、他方は、前記半導体ドナー基板の裏面である表面と、前記半導体ドナー基板の前面と裏面を接合する周縁エッジと、前記半導体ドナー基板の前面と裏面の間の中央平面とを備え、前記単結晶半導体ドナー基板は劈開面を備える、接合構造を形成するステップと、を備える方法。

【請求項 21】

前記単結晶半導体ハンドル基板は、単結晶シリコンを含む、請求項20に記載の方法。

【請求項 22】

前記単結晶半導体ドナー基板は、単結晶シリコンを含む、請求項20に記載の方法。

【請求項 23】

前記単結晶半導体ハンドル基板は、約  $2 \times 10^{13} \text{ atoms/cm}^3$  未満の濃度の前記電気活性p型ドーパントを含む、請求項20に記載の方法。

【請求項 24】

前記単結晶半導体ハンドル基板は、約  $1 \times 10^{13} \text{ atoms/cm}^3$  未満の濃度の前記電気活性p型ドーパントを含む、請求項20に記載の方法。

【請求項 25】

前記単結晶半導体ハンドル基板は、約  $5 \times 10^{12} \text{ atoms/cm}^3$  未満の濃度の前記電気活性p型ドーパントを含む、請求項20に記載の方法。

【請求項 26】

前記エピタキシャル層の前記電気活性 n 型ドーパントの濃度は、約  $1 \times 10^{13}$  atoms / cm<sup>3</sup> 未満である、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 27】

前記エピタキシャル層の前記電気活性 n 型ドーパントの濃度は、約  $5 \times 10^{12}$  atoms / cm<sup>3</sup> 未満である、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 28】

前記エピタキシャル層は、シリコンを含む、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 29】

シリコンを含む前記エピタキシャル層は、約 0.2 μm から約 20 μm の厚さである、請求項 28 に記載の方法。

【請求項 30】

前記エピタキシャル層は、約 0.1 モル% から約 5 モル% の炭素濃度の炭素がドーブされたシリコンを含む、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 31】

前記エピタキシャル層は、約 0.5 モル% から約 2 モル% の炭素濃度の炭素がドーブされたシリコンを含む、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 32】

前記電荷捕獲層は、少なくとも約 3000 cm の抵抗率を有する、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 33】

前記電荷捕獲層は、少なくとも約 7000 cm の抵抗率を有する、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 34】

さらに、前記単結晶半導体ドナー基板の前面の前記誘電体層に接合する前に、前記電荷捕獲層上に絶縁層を形成するステップであって、前記絶縁層は、半導体酸化物または半導体酸窒化物を含む、絶縁層を形成するステップを備える、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 35】

前記誘電体層は、二酸化ケイ素、窒化ケイ素、酸窒化ケイ素、酸化ハフニウム、酸化チタン、酸化ジルコニウム、酸化ランタン、酸化バリウム、及びそれらの任意の組み合わせからなるグループから選択された材料を含む、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 36】

さらに、前記単結晶半導体ドナー基板の前記誘電体層と前記単結晶半導体ハンドル基板の前面の前記電荷捕獲層との接合を強化するために、十分な温度と期間で接合構造を加熱するステップを備える、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 37】

さらに、前記単結晶半導体ドナー基板の劈開面において接合構造を機械的に劈開し、それにより前記単結晶半導体ハンドル基板、前記エピタキシャル層、前記電荷捕獲層、前記誘電体層、及び単結晶半導体装置層を備える劈開構造を準備するステップを備える、請求項 20 に記載の方法。

【請求項 38】

単結晶半導体ハンドル基板であって、前記単結晶半導体ハンドル基板は、2つの主要なおおよそ平行な表面であって、その1つは、前記単結晶半導体ハンドル基板の前面であり、他方は、前記単結晶半導体ハンドル基板の裏面である表面と、前記単結晶半導体ハンドル基板の前面と裏面を接合する周縁エッジと、前記単結晶半導体ハンドル基板の前面と裏面の間の中央平面と、前記単結晶半導体ハンドル基板の前面と裏面の間のバルク領域とを備え、前記単結晶半導体ハンドル基板は、ボロン、アルミニウム、ガリウム、インジウム、及びそれらの任意の組み合わせからなるグループから選択された電気活性 p 型ドーパントを含み、さらに前記単結晶半導体ハンドル基板は、ハンドル結晶配向を有する、単結晶半導体ハンドル基板と、

前記単結晶半導体ハンドル基板の前面と界面接触するエピタキシャル層であって、前記

エピタキシャル層は、ヒ素、リン、アンチモン、及びそれらの任意の組み合わせからなるグループから選択される電気活性n型ドーパントを含み、前記電気活性n型ドーパントの濃度は、 $1 \times 10^{14} \text{ atoms/cm}^3$ 未満であり、前記エピタキシャル層は、前記ハンドル結晶配向と同じ結晶配向を有する、エピタキシャル層と、

前記エピタキシャル層と界面接触する電荷捕獲層であって、前記電荷捕獲層は、多結晶シリコンを含み、少なくとも約 $3000 \text{ cm}$ の抵抗率を有する、電荷捕獲層と、

前記電荷捕獲層と界面接触する誘電体層と、

前記誘電体層と界面接触する単結晶半導体装置層と、を備える多層構造。

【請求項39】

前記単結晶半導体ハンドル基板は、単結晶シリコンを含み、

前記単結晶半導体ドナー基板は、単結晶シリコンを含む、請求項38に記載の多層構造。

【請求項40】

前記単結晶半導体ハンドル基板は、約 $2 \times 10^{13} \text{ atoms/cm}^3$ 未満の濃度の前記電気活性p型ドーパントを含む、請求項38に記載の多層構造。

【請求項41】

前記単結晶半導体ハンドル基板は、約 $1 \times 10^{13} \text{ atoms/cm}^3$ 未満の濃度の前記電気活性p型ドーパントを含む、請求項38に記載の多層構造。

【請求項42】

前記単結晶半導体ハンドル基板は、約 $5 \times 10^{12} \text{ atoms/cm}^3$ 未満の濃度の前記電気活性p型ドーパントを含む、請求項38に記載の多層構造。

【請求項43】

前記エピタキシャル層の前記電気活性n型ドーパントの濃度は、約 $1 \times 10^{13} \text{ atoms/cm}^3$ 未満である、請求項38のいずれか1項に記載の多層構造。

【請求項44】

前記エピタキシャル層の前記電気活性n型ドーパントの濃度は、約 $5 \times 10^{12} \text{ atoms/cm}^3$ 未満である、請求項38に記載の多層構造。

【請求項45】

前記エピタキシャル層は、シリコンを含む、請求項38に記載の多層構造。

【請求項46】

前記エピタキシャル層は、約0.1モル%から約5モル%の炭素濃度の炭素がドーパされたシリコンを含む、請求項38に記載の多層構造。

【請求項47】

前記エピタキシャル層は、約0.5モル%から約2モル%の炭素濃度の炭素がドーパされたシリコンを含む、請求項38に記載の多層構造。

【請求項48】

前記電荷捕獲層は、少なくとも約 $7000 \text{ cm}$ の抵抗率を有する、請求項38に記載の多層構造。

【請求項49】

単結晶半導体ハンドル基板であって、前記単結晶半導体ハンドル基板は、2つの主要なおおよそ平行な表面であって、その1つは、前記単結晶半導体ハンドル基板の前面であり、他方は、前記単結晶半導体ハンドル基板の裏面である表面と、前記単結晶半導体ハンドル基板の前面と裏面を接合する周縁エッジと、前記単結晶半導体ハンドル基板の前面と裏面の間の中央平面と、前記単結晶半導体ハンドル基板の前面と裏面の間のバルク領域とを備え、前記単結晶半導体ハンドル基板は、ボロン、アルミニウム、ガリウム、インジウム、及びそれらの任意の組み合わせからなるグループから選択された電気活性p型ドーパントを含み、少なくとも約 $500 \text{ cm}$ の最小バルク領域抵抗率を有し、さらに前記単結晶半導体ハンドル基板は、ハンドル結晶配向を有する、単結晶半導体ハンドル基板と、

前記単結晶半導体ハンドル基板の前面と界面接触するエピタキシャル層であって、前記エピタキシャル層は、ヒ素、リン、アンチモン、及びそれらの任意の組み合わせからなる

グループから選択される電気活性 n 型ドーパントを含み、前記エピタキシャル層は、約 1 0 0 c m から 5 0 0 0 c m の抵抗率を有し、さらに前記エピタキシャル層は、前記ハンドル結晶配向と同じ結晶配向を有する、エピタキシャル層と、

前記エピタキシャル層と界面接触する電荷捕獲層であって、前記電荷捕獲層は、多結晶シリコンを含み、少なくとも約 3 0 0 0 c m の抵抗率を有する、電荷捕獲層と、

前記電荷捕獲層と界面接触する誘電体層と、

前記誘電体層と界面接触する単結晶半導体装置層と、を備える多層構造。

【請求項 5 0】

前記単結晶半導体ハンドル基板は、単結晶シリコンを含み、

前記単結晶半導体ドナー基板は、単結晶シリコンを含む、請求項 4 9 に記載の多層構造

。

【請求項 5 1】

前記単結晶半導体ハンドル基板は、約 1 0 0 0 c m から約 1 0 0 0 0 0 c m のバルク抵抗率を有する、請求項 4 9 に記載の多層構造。

【請求項 5 2】

前記単結晶半導体ハンドル基板は、約 1 0 0 0 c m から約 6 0 0 0 c m のバルク抵抗率を有する、請求項 4 9 に記載の多層構造。

【請求項 5 3】

前記エピタキシャル層は、約 2 0 0 c m から約 2 0 0 0 c m の抵抗率を有する、請求項 4 9 に記載の多層構造。

【請求項 5 4】

前記エピタキシャル層は、約 4 0 0 c m から約 1 0 0 0 c m の抵抗率を有する、請求項 4 9 に記載の多層構造。

【請求項 5 5】

前記電荷捕獲層は、少なくとも約 7 0 0 0 c m の抵抗率を有する、請求項 4 9 に記載の多層構造。

【請求項 5 6】

前記エピタキシャル層は、シリコンを含む、請求項 4 9 に記載の多層構造。

【請求項 5 7】

前記エピタキシャル層は、約 0 . 1 モル % から約 5 モル % の炭素濃度の炭素がドーブされたシリコンを含む、請求項 4 9 に記載の多層構造。