

【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3月29日(2024.3.29)

【国際公開番号】WO2023/145805

【出願番号】特願2023-576968(P2023-576968)

【国際特許分類】

H 0 1 L 2 9 / 7 3 9 (2 0 0 6 . 0 1)

H 0 1 L 2 9 / 7 8 (2 0 0 6 . 0 1)

H 0 1 L 2 9 / 8 6 1 (2 0 0 6 . 0 1)

H 0 1 L 2 9 / 0 6 (2 0 0 6 . 0 1)

H 0 1 L 2 1 / 2 6 5 (2 0 0 6 . 0 1)

10

【 F I 】

H 0 1 L 2 9 / 7 8 6 5 5 B

H 0 1 L 2 9 / 7 8 6 5 5 G

H 0 1 L 2 9 / 7 8 6 5 7 D

H 0 1 L 2 9 / 7 8 6 5 2 Q

H 0 1 L 2 9 / 7 8 6 5 3 A

H 0 1 L 2 9 / 7 8 6 5 2 J

H 0 1 L 2 9 / 9 1 C

H 0 1 L 2 9 / 0 6 3 0 1 D

H 0 1 L 2 9 / 0 6 3 0 1 V

H 0 1 L 2 1 / 2 6 5 V

H 0 1 L 2 1 / 2 6 5 F

20

【手続補正書】

【提出日】令和5年12月28日(2023.12.28)

【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

30

【補正方法】変更

【補正の内容】

【特許請求の範囲】

【請求項1】

上面および下面を有し、第1導電型のドリフト領域が設けられた半導体基板と、
前記半導体基板において前記ドリフト領域と前記下面との間に設けられ、前記ドリフト領域よりもドーピング濃度の高い第1導電型のドーピング濃度ピークを3つ以上含むバッファ領域と

を備え、

前記ドーピング濃度ピークは、前記ドーピング濃度が極大値を示す頂点と、前記頂点から前記下面に向かって前記ドーピング濃度が単調に減少する下側裾と、前記頂点から前記上面に向かって前記ドーピング濃度が単調に減少する上側裾とを有し、

40

前記バッファ領域の前記ドーピング濃度ピークの少なくとも1つは、前記下側裾の傾きの絶対値で前記上側裾の傾きの絶対値を除算した傾き比が0.1以上、3以下の緩濃度ピークであり、

前記ドーピング濃度ピークは、

前記下面との距離が最小である第1ドーピング濃度ピークと、

前記第1ドーピング濃度ピークよりも前記上面側に位置する第2ドーピング濃度ピークと、

前記第2ドーピング濃度ピークよりも前記上面側に位置する第3ドーピング濃度ピーク

50

と、

を備え、

前記バッファ領域は、2つの前記ドーピング濃度ピークの間に設けられ、前記ドーピング濃度が極小値を示す極小部を有し、

前記第2ドーピング濃度ピークは、前記緩濃度ピークであり、

前記第3ドーピング濃度ピークは、前記下側裾の傾きの絶対値で前記上側裾の傾きの絶対値を除算した傾き比が3より大きい急峻濃度ピークであり、

前記第2ドーピング濃度ピークの位置と、前記第2ドーピング濃度ピークより前記上面側に設けられたドーピング濃度の極小部のうち前記第2ドーピング濃度ピークに最も近い前記極小部の位置との距離を第1距離とし、

前記第3ドーピング濃度ピークの位置と、前記第3ドーピング濃度ピークより前記上面側に設けられたドーピング濃度の前記極小部のうち前記第3ドーピング濃度ピークに最も近い前記極小部の位置との距離を第2距離とすると、

前記第1距離は前記第2距離よりも大きい

半導体装置。

【請求項2】

前記バッファ領域は、前記緩濃度ピークを2つ以上含む

請求項1に記載の半導体装置。

【請求項3】

前記バッファ領域は水素を含む

請求項1に記載の半導体装置。

【請求項4】

前記緩濃度ピークの頂点と、前記緩濃度ピークの前記上面側に配置された前記極小部との、前記半導体基板の深さ方向における距離が、3 μm 以上、5 μm 以下である

請求項1に記載の半導体装置。

【請求項5】

前記バッファ領域の前記ドーピング濃度ピークの少なくとも1つは、前記ドーピング濃度ピークの頂点と、前記ドーピング濃度ピークの前記上面側に配置された前記極小部との、前記半導体基板の深さ方向における距離が3 μm 未満の急峻濃度ピークである

請求項4に記載の半導体装置。

【請求項6】

前記バッファ領域の前記ドーピング濃度ピークのうち、前記下面との距離が最大の前記ドーピング濃度ピークが前記急峻濃度ピークである

請求項1に記載の半導体装置。

【請求項7】

前記バッファ領域の前記ドーピング濃度ピークのうち、前記下面との距離が最小の前記ドーピング濃度ピークが前記急峻濃度ピークである

請求項1に記載の半導体装置。

【請求項8】

前記下面との距離が2番目に小さい前記ドーピング濃度ピークが前記緩濃度ピークである

請求項1から7のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項9】

前記下面との距離が最も小さい前記ドーピング濃度ピーク以外の前記ドーピング濃度ピークのうち、前記ドーピング濃度が最大の前記ドーピング濃度ピークが前記緩濃度ピークである

請求項1から7のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項10】

前記バッファ領域は、前記半導体基板の深さ方向において隣り合って配置された2つ以上の前記緩濃度ピークを有する

10

20

30

40

50

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 1 1】

前記ドリフト領域の上端から前記下面に向かって前記ドーピング濃度を積分した積分濃度が前記半導体基板の臨界積分濃度となる、臨界深さ位置よりも前記上面側に配置された前記ドーピング濃度ピークのうち、前記ドーピング濃度が最大の前記ドーピング濃度ピークが前記緩濃度ピークである

請求項 1 から 7 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 1 2】

前記臨界深さ位置よりも前記上面側に配置された前記ドーピング濃度ピークの全てが前記緩濃度ピークである

請求項 1 1 に記載の半導体装置。

【請求項 1 3】

前記ドーピング濃度ピークのうち、前記ドーピング濃度の極大値が前記半導体基板のバルク・ドナー濃度の 10 倍以上である前記ドーピング濃度ピークの少なくとも 1 つが、前記緩濃度ピークである

請求項 1 から 6 のいずれか一項に記載の半導体装置。

【請求項 1 4】

前記バッファ領域の前記ドーピング濃度ピークのうち、前記第 1 ドーピング濃度ピークが前記急峻濃度ピークである

請求項 6 に記載の半導体装置。

【請求項 1 5】

前記バッファ領域の前記ドーピング濃度ピークの少なくとも 2 つは、前記急峻濃度ピークであり、

前記緩濃度ピークは、前記半導体基板の深さ方向において前記急峻濃度ピークの間位置し、

前記緩濃度ピークおよび前記急峻濃度ピークは、前記深さ方向において隣り合って配置されている

請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 1 6】

前記バッファ領域は、前記緩濃度ピークを 1 つまたは 2 つ含み、

前記バッファ領域の前記緩濃度ピーク以外の前記ドーピング濃度ピークは、前記急峻濃度ピークである

請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 1 7】

前記バッファ領域の前記ドーピング濃度ピークのうち、前記第 1 ドーピング濃度ピークおよび前記上面との距離が最大の前記ドーピング濃度ピーク以外の前記ドーピング濃度ピークには、前記急峻濃度ピークが含まれる

請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 1 8】

前記ドーピング濃度ピークのうち、前記ドーピング濃度の極大値が前記半導体基板のバルク・ドナー濃度の 10 倍以上である前記ドーピング濃度ピークの少なくとも 1 つが、前記緩濃度ピークである

請求項 7 に記載の半導体装置。

【請求項 1 9】

前記緩濃度ピークの前記傾き比は 0.1 以上、1 未満である

請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 2 0】

前記上側裾の傾きの絶対値は前記下側裾の傾きの絶対値よりも大きい

請求項 1 に記載の半導体装置。

【請求項 2 1】

10

20

30

40

50

上面および下面を有し第1導電型のドリフト領域が設けられた半導体基板と、前記半導体基板において前記ドリフト領域と前記下面との間に設けられ、前記ドリフト領域よりもドーピング濃度の高い第1導電型のドーピング濃度ピークを1つ以上含むバッファ領域とを備える請求項1に記載の半導体装置の製造方法であって、

前記半導体基板の前記下面から1つ以上の深さ位置に第1導電型のドーパントイオンを注入して前記バッファ領域を形成する場合において、少なくとも1つの前記深さ位置に対して、前記半導体基板の前記下面に対する前記ドーパントイオンの入射角を $\pm 3^\circ$ 以下にする製造方法。

【請求項22】

前記バッファ領域を形成する場合において、少なくとも1つの前記深さ位置に対して、前記半導体基板の前記下面に対する前記ドーパントイオンの入射角を $\pm 3^\circ$ より大きくする

10

請求項21に記載の製造方法。

【請求項23】

前記半導体基板の前記下面に対する前記ドーパントイオンの入射角を $\pm 3^\circ$ より大きくして前記第1導電型のドーパントイオンを注入した後に、前記半導体基板の前記下面に対する前記ドーパントイオンの入射角を $\pm 3^\circ$ 以下にして前記第1導電型のドーパントイオンを注入する

請求項22に記載の製造方法。

【請求項24】

前記半導体基板の前記下面に対する前記ドーパントイオンの入射角を $\pm 3^\circ$ より大きくして注入した前記第1導電型のドーパントイオンの前記下面からのピーク位置が、前記半導体基板の前記下面に対する前記ドーパントイオンの入射角を $\pm 3^\circ$ 以下にして注入した前記第1導電型のドーパントイオンの前記下面からのピーク位置よりも深い

20

請求項22に記載の製造方法。

【手続補正2】

【補正対象書類名】明細書

【補正対象項目名】0106

【補正方法】変更

【補正の内容】

30

【0106】

図5の例では、 H は 0.7 であり、 L は 0.3 である。この場合、下側裾204の傾き b は、下側裾204においてドーピング濃度が $0.7 \times D_H$ となる点(深さ位置 Z_{D2})と、下側裾204においてドーピング濃度が $0.3 \times D_{L1}$ となる点(深さ位置 Z_{D1})とを結ぶ下側直線221の傾きで与えられる。また、上側裾205の傾き a は、上側裾205においてドーピング濃度が $0.7 \times D_H$ となる点(深さ位置 Z_{U1})と、上側裾205においてドーピング濃度が $0.3 \times D_{L2}$ となる点(深さ位置 Z_{U2})とを結ぶ上側直線222の傾きで与えられる。 H は、 0.8 であってもよく、 0.9 であってもよい。 L は、 0.4 であってもよく、 0.5 であってもよい。

40