



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

Zgłoszono: 29.08.79 (P. 218 006)

Pierwszeństwo: _____

Zgłoszenie ogłoszono: 13.03.81

Opis patentowy opublikowano: 20.01.1984

Int. Cl.³ H01L 21/66

CZYTELNIA

Urzędu Patentowego
Polskiej Rzeczypospolitej Ludowej

Twórca wynalazku: Zbigniew Kuźnicki

Uprawniony z patentu: Polska Akademia Nauk Instytut Podstawowych
Problemów Techniki, Warszawa (Polska)

Sposób określania położenia międzypowierzchni skokowych złącz 1-h oraz pomiaru grubości warstw epitaksjalnych

1 Przedmiotem wynalazku jest sposób określania rzeczywistego położenia międzypowierzchni skokowych złącz 1-h oraz pomiaru grubości warstw epitaksjalnych.

Znane są sposoby badania profili domieszki w złączach 1-h wytworzonych wskutek; na przykład, nałożenia warstwy epitaksjalnej o różniącej się od podłoża koncentracji domieszki. Zalicza się do nich sposób pojemnościowo-napięciowy oraz rezystancji rozplywu z kontaktu punktowego.

Sposoby te umożliwiają określenie rozkładu koncentracji nośników swobodnych w obszarze ładunku przestrzennego skokowego złącza 1-h. Nie jest natomiast możliwe, w oparciu o znane sposoby postępowania, określenie położenia międzypowierzchni, na której pojawia się skok koncentracji domieszki, a tym samym i określenie grubości warstwy epitaksjalnej. Spowodowane jest to brakiem znajomości koncentracji nośników ładunku na międzypowierzchni.

Informacje o położeniu międzypowierzchni i grubości warstwy epitaksjalnej uzyskuje się dotychczas za pomocą oddzielnie przeprowadzanych pomiarów optycznych, do których należy mikroskopia interferencyjna, pomiary w podczerwieni, mikroskopia elektronowa, itp.

Praktycznie wszystkie wymienione metody badań są niszczące gdyż wymagają dokonywania odpowiednich szlifów.

Zgodnie z wynalazkiem, sposób określania położe-

2
nia międzypowierzchni skokowych złącz 1-h oraz pomiaru grubości warstw epitaksjalnych oparty jest na znajomości koncentracji swobodnych nośników na międzypowierzchni oraz na znajomości profilu domieszkowania. Sposób polega na tym, że dokonuje się pomiaru równowagowej koncentracji nośników n_2 w warstwie epitaksjalnej metodą nieniszczącą, po czym, z zależności $n_{m0} = n_1 \exp$

$$\left[\frac{\ln \frac{n_1}{n_2} - 1}{\frac{n_1}{n_2} - 1} \right]$$

określa się koncentracją nośników n_{m0} na międzypowierzchni. We wzorze, n_1 oznacza koncentrację równowagową nośników w podłożu warstwy epitaksjalnej.

Następnie uzyskuje się teoretyczny rozkład koncentracji w funkcji odległości od powierzchni zewnętrznej, w oparciu o równanie Poissona, wykorzystującego koncentrację n_1 i n_2 oraz część rozkładu koncentracji otrzymaną metodą nieniszczącą. Na uzyskanej teoretycznej krzywej rozkładu koncentracji wyróżnia się punkt koncentracji nośników n_{m0} na międzypowierzchni, który wyznacza położenie międzypowierzchni oraz grubość warstwy epitaksjalnej.

Sposób według wynalazku jest pierwszym nieniszczącym sposobem pomiaru grubości cienkich

3 warstw epitaksjalnych eliminującym konieczność wykonywania trudnych szlifów skośnych. Sposób ten jest bardzo dokładny, ograniczony jedynie dokładnością pomiarów doświadczalnych charakterystyki rozkładu koncentracji w funkcji odległości od powierzchni zewnętrznej, metodą nieniszcząca.

Przedmiot wynalazku zostanie bliżej objaśniony w przykładzie wykonania na rysunku przedstawiającym rozkład koncentracji nośników w obszarze przejściowym w funkcji grubości warstwy.

Na podłożu krzemowe o znanej koncentracji $n_1 = 4 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$ nanosi się krzemową warstwę epitaksjalną o założonej koncentracji i założonej przed procesem technologicznym grubości. Po wykonaniu warstwy, zdejmuje się profil domieszki n^* w funkcji grubości X metodą nieniszcząca, pojemnościowo-napięciową, przy użyciu znanych profilografów do zdejmowania stromych profili. Profil zawiera między innymi informację o rzeczywiście uzyskanej koncentracji n_2 w warstwie epitaksjalnej, równej $1,6 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$.

Z zależności określającej koncentrację n_{m0} oblicza się wartość tej koncentracji:

$$n_{m0} = n^1 \exp \left[\frac{\ln \frac{n_1}{n_2} - 1}{\frac{n_1}{n_2} - 1} \right] = 1,5 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$$

Na podstawie n_1 , n_2 i n_{m0} oraz numerycznego rozwiązania równania Poissona metodą koloakcyjną z uwzględnieniem rzeczywistego profilu $n^*(x)$, otrzymuje się teoretyczny, pełny profil koncentracji nośników $n(x)$ w obszarze przejściowym. Na tak otrzymanym profilu wyróżnia się wartość $n_{m0} = 1,1 \cdot 10^{18} \text{ cm}^{-3}$, która wyznacza poszukiwane położenie międzypowierzchni **A** określane wzglę-

4 dem powierzchni zewnętrznej warstwy. Równoznaczne jest to z określeniem grubości warstwy epitaksjalnej **A-B** równej $0,2 \mu\text{m}$.

Sposób powyższy umożliwia nieniszczący pomiar grubości bardzo cienkich, tzw. submikronowych warstw epitaksjalnych, stosowanych powszechnie w układach scalonych.

Zastrzeżenie patentowe

Sposób określania położenia międzypowierzchni skokowych złącz 1-h oraz pomiaru grubości warstw epitaksjalnych, znamienny tym, że dokonuje się pomiaru równowagi koncentracji nośników n_2 w warstwie epitaksjalnej metodą nieniszcząca, po czym określa się koncentrację nośników n_{m0} na międzypowierzchni (**A**) z zależności

$$n_{m0} = n_1 \exp \left[\frac{\ln \frac{n_1}{n_2} - 1}{\frac{n_1}{n_2} - 1} \right],$$

gdzie n_1 oznacza koncentrację równowagową nośników w podłożu warstwy epitaksjalnej, następnie w oparciu o rozwiązanie równania Poissona wykorzystującego koncentracje n_1 i n_2 oraz część rozkładu koncentracji $n^*(x)$ otrzymaną metodą nieniszcząca, uzyskuje się teoretyczny rozkład koncentracji n , w funkcji odległości (X) od powierzchni zewnętrznej, po czym, przez wyróżnienie na uzyskanej teoretycznej krzywej rozkładu koncentracji $n(x)$, punktu koncentracji nośników n_{m0} na międzypowierzchni, wyznacza się położenie międzypowierzchni (**A**) oraz grubość warstwy epitaksjalnej (**A-B**)

