



Patent dodatkowy
do patentu nr _____

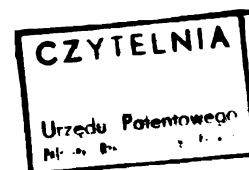
Zgłoszono: 85 02 19 (P. 252016)

Pierwszeństwo _____

Zgłoszenie ogłoszono: 85 08 13

Opis patentowy opublikowano: 88 10 31

Int. Cl.⁴ H01L 21/04



Twórcy wynalazku: Andrzej Sobkowiak, Bogdan Major, Mirosław Korzeniowski

Uprawniony z patentu: Ośrodek Badawczo-Rozwojowy
Elektronicznych Układów Specjalizowanych „Mera”
Toruń (Polska)

Sposób otrzymywania diody referencyjnej temperaturowo skompensowanej i dioda referencyjna temperaturowo skompensowana

Przedmiotem wynalazku jest sposób otrzymywania diody referencyjnej temperaturowo skompensowanej, oraz otrzymana tym sposobem dioda referencyjna temperaturowo skompensowana przeznaczona w szczególności jako wzorzec napięcia w aparaturze cyfrowej.

Znana jest z opisu patentowego St. Zjedn. Am. nr 4 075 649 temperaturowo skompensowana dioda referencyjna oraz sposób otrzymywania takiej diody. Według tego wynalazku płytka materiału półprzewodnikowego np. krzemu zawiera dwa lub kilka przeciwsobnych złącz p-n umieszczonych obok siebie. Złącza te wykonywane są poprzez fotolitograficzne maskowanie i wytrawianie a następnie przez dyfuzję odpowiednich domieszek, celem uformowania obszarów o przeciwnym typie przewodnictwa w stosunku do materiału półprzewodnikowego, z którego wykonana jest płytka. Następnie wszystkie obszary z wyjątkiem jednego są maskowane. Do obszaru niezamaskowanego wprowadza się na drodze dyfuzji domieszki w celu wytworzenia przewodzącego złącza p-n. Płytkę jest następnie ponownie maskowana i wytrawiana celem odkrycia na jej powierzchni miejsc między obszarami o przeciwnym typie przewodnictwa, po czym w odkryte miejsca dyfunduje się domieszki w celu uformowania w materiale półprzewodnikowym obszaru o przeciwnym typie przewodnictwa, przy czym obszar ten leży pomiędzy istniejącymi już obszarami o przeciwnym typie przewodnictwa i posiada od nich wyższe przewodnictwo. Następnie, na przeciwnej stronie płytki mocuje się elektrody przyłączeniowe, które łączy się z materiałem półprzewodnikowym o różnych typach przewodności celem umożliwienia ohmowego połączenia do diody. Rozwiązanie to może być stosowane wyłącznie w odniesieniu do obudów diodowych osiowych.

Celem wynalazku jest opracowanie sposobu otrzymywania diody referencyjnej temperaturowo-skompensowanej.

W sposobie według wynalazku płytkę krzemową utlenia się termicznie na całej powierzchni, po czym w warstwie SiO₂ metodą fotolitograficzną wykonuje się okna przez które wprowadza się do krzemu domieszkę przeciwnego typu przewodnictwa i formuje się co najmniej trzy głębokie złącza p-n. W warstwie SiO₂ metodą fotolitograficzną wykonuje się okno, przez które wprowadza się do krzemu domieszkę przeciwnego typu przewodnictwa formując płytke złącze p-n. Całą

powierzchnię struktury pokrywa się warstwą szkliva fosforowo-krzemowego, w której to warstwie wykonuje się okna kontaktowe, w których wytwarza się kontakty metaliczne anody i katody, przy czym korzystnie są to kontakty aluminiowe lub złote.

W zależności od typu materiału wyjściowego stosuje się różne domieszki i tak: przy materiale wyjściowym w postaci monokryształu krzemu typu p jako domieszkę przeciwnego typu przewodnictwa stosuje się korzystnie fosfor, arsen lub antymon, zaś przy materiale wyjściowym w postaci monokryształu krzemu typu n jako domieszkę przeciwnego typu przewodnictwa stosuje się bor, przy czym wszystkie te domieszki wprowadza się metodą dyfuzji lub metodą implantacji jonów.

Dioda referencyjna temperaturowo skompensowana wg wynalazku ma korzystnie kształt prostopadłościanu wykonanego z materiału półprzewodnikowego jednego typu przewodnictwa a w szczególności krzemu. W materiale tym znajduje się trzy warstwy dyfuzyjne głębokie przeciwnego typu przewodnictwa w stosunku do materiału półprzewodnikowego oraz jedna warstwa dyfuzyjna płytka przeciwnego typu przewodnictwa w stosunku do materiału półprzewodnikowego, przy czym głębokość warstw dyfuzyjnych głębokich korzystnie przekracza $1\mu\text{m}$. Pierwsza z warstw dyfuzyjnych głębokich umiejscowiona jest przy krawędziach struktury, druga warstwa dyfuzyjna głęboka ma kształt pierścieniowy, zaś trzecia warstwa dyfuzyjna głęboka jest całkowicie oddzielona od drugiej warstwy dyfuzyjnej głębokiej. Warstwa dyfuzyjna płytka zlokalizowana jest wewnątrz pierścieniowego obszaru utworzonego przez drugą warstwę dyfuzyjną głęboką. Powierzchnia diody znajdująca się nad warstwami dyfuzyjnymi pokryta jest warstwą tlenku i warstwą szkliva fosforokrzemowego, przy czym warstwa dyfuzyjna płytka pokryta jest wyłącznie warstwą szkliva fosforowokrzemowego oraz wyposażona jest w elektrody w szczególności o kształcie prostokąta.

Pierwsza warstwa dyfuzyjna głęboka zlokalizowana przy krawędziach diody oddziela korzystnie cięcia tej diody od objętości półprzewodnika, zaś warstwa szkliva fosforokrzemowego osłania ze wszystkich stron zewnętrznych warstwę SiO_2 .

Rozwiązanie według wynalazku umożliwia wtworzenie diod referencyjnych temperaturowo skompensowanych, w których drugie złącze dyfuzyjne głębokie pełni funkcję pierścienia ochronnego stabilizującego napięcia przebicia całej struktury, trzecie złącze dyfuzyjne głębokie pełni funkcję złącza przewodzącego kompensującego, zaś uformowanie kontaktów metalicznych nad głębokimi złączami dyfuzyjnymi nie powoduje uszkodzenia złącza dyfuzyjnego płytkiego.

Dioda według wynalazku jest uwidoczniona w przykładzie wykonania na rysunku, na którym fig. 1 przedstawia fragment płytki krzemowej monokrystalicznej, fig. 2 przedstawia ten sam fragment płytki po utlenieniu termicznym, fig. 3 przedstawia strukturę po wdyfundowaniu warstw dyfuzyjnych głębokich, fig. 4 przedstawia strukturę po wytrawieniu okien przez które została wdyfundowana warstwa dyfuzyjna płytka a fig. 5 przedstawia diodę referencyjną skompensowaną temperaturowo.

Płytkę 1 krzemową utlenia się termicznie w atmosferze N_2 , O_2 i H_2O w temperaturze 1050°C na całej powierzchni. W wyniku tej operacji płytka 1 pokrywa się warstwą 2 SiO_2 . Następnie w procesie pierwszej fotolitografii w warstwie 2 SiO_2 wykonuje się okna przez które podczas pierwszej dyfuzji fosforu do krzemu następuje pierwsza dyfuzja fosforu do krzemu i uformowanie warstw dyfuzyjnych głębokich 3, 4 i 5 o przeciwnym typie przewodnictwa w stosunku do monokryształu krzemu, przy czym proces dyfuzji prowadzi się w temperaturze 1000°C a głębokość uformowanych warstw dyfuzyjnych głębokich wynosi $3\mu\text{m}$.

Warstwa dyfuzyjna 3 umiejscowiona jest przy krawędziach diody i tworzy separację krawędziową. Warstwa dyfuzyjna 4 tworzy pierścień ochronny złącza p-n zaporowego a warstwa dyfuzyjna 5 tworzy złącze p-n przewodzące i jest całkowicie oddzielona od warstwy 4.

Po zakończeniu procesu dyfuzji warstw dyfuzyjnych głębokich, cała powierzchnia diody łącznie z oknami ponownie jest utleniana, a w procesie drugiej fotolitografii wykonuje się okno przez które w procesie drugiej dyfuzji fosforu w temperaturze 950°C wdyfundowuje się warstwę dyfuzyjną 6 płytką o przeciwnym typie przewodnictwa w stosunku do monokryształu krzemu. W tym samym procesie powierzchnia diody zostaje pokryta warstwą 7 szkliva fosforokrzemowego powstałego w wyniku procesów chemicznych zachodzących w procesie dyfuzji fosforu. W warstwie 7, w procesie trzeciej fotolitografii wykonuje się okna kontaktowe, w których wytwarza się kontakty aluminiowe anody i katody 8.

Warstwa dyfuzyjna 4 głęboka i warstwa dyfuzyjna 6 płytka tworzą łącznie jedno złącze p-n zaporowe o napięciu przebicia 5,5 V, zaś warstwa dyfuzyjna 5 głęboka tworzy złącze p-n przewodzące. Powierzchnia diody nad warstwą dyfuzyjną 6 płytka jest pokryta bezpośrednio przez warstwę 7 szkliva fosforokrzemowego, leżącego w tym miejscu na powierzchni odkrytego krzemu. Warstwa 7 szkliva fosforokrzemowego osłania ze wszystkich stron warstwę 2 SiO_2 pokrywającą powierzchnię diody. Otrzymana dioda ma kształt prostopadłościanu o wymiarach $700\text{ }\mu\text{m} \times 700\text{ }\mu\text{m} \times \mu\text{m}$ o napięciu stabilizacji w granicach 5,8-6,5 V i charakteryzuje się stabilnym w czasie pracy napięciem przebicia niezależnym praktycznie od temperatury otoczenia.

Zastrzeżenia patentowe

1. Sposób otrzymywania diody referencyjnej temperaturowo skompensowanej, w której złącza p-n formuje się poprzez wprowadzanie domieszek do materiału półprzewodnikowego, **znamienny tym**, że płytkę krzemową utlenia się, po czym w warstwie SiO_2 wykonuje się metodą fotolitograficzną okna, przez które wprowadza się do krzemu domieszkę przeciwnego typu przewodnictwa i formuje się co najmniej trzy głębokie złącza p-n, potem w warstwie SiO_2 wykonuje się metodą fotolitograficzną okno, przez które wprowadza się do krzemu domieszkę przeciwnego typu przewodności formując płytkie złącze p-n a całą powierzchnię diody pokrywa się warstwą szkliva fosforokrzemowego, w której to warstwie wykonuje się okna kontaktowe, w których wytwarza się kontakty metaliczne anody i katody.
2. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przy materiale wyjściowym w postaci monokryształu krzemu typu p jako domieszkę przeciwnego typu przewodności stosuje się fosfor lub arsen lub antymon.
3. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że przy materiale wyjściowym w postaci monokryształu krzemu typu n jako domieszkę przeciwnego typu przewodnictwa stosuje się bor.
4. Sposób według zastrz. 1 albo 2 albo 3, **znamienny tym**, że domieszkę przeciwnego typu przewodnictwa wprowadza się do krzemu metodą dyfuzji lub metodą implantacji jonów.
5. Sposób według zastrz. 1, **znamienny tym**, że w oknach kontaktowych wytwarza się kontakty aluminiowe, złote lub wielowarstwowe.
6. Dioda referencyjna temperaturowo skompensowana posiadająca dwa przeciwsoodne złącza p-n, **znamienna tym**, że w materiale półprzewodnikowym jednego typu przewodnictwa a w szczególności w krzemie znajdują się trzy warstwy dyfuzyjne głębokie (3), (4), (5) przeciwnego typu przewodnictwa w stosunku do materiału półprzewodnikowego oraz jedna warstwa dyfuzyjna płytka (6) przeciwnego typu przewodnictwa w stosunku do materiału półprzewodnikowego, przy czym pierwsza z warstw dyfuzyjnych głębokich (3) umiejscowiona jest przy krawędziach struktury, druga z warstw dyfuzyjnych głębokich (4) ma kształt pierścieniowy a trzecia warstwa dyfuzyjna głęboka (5) jest całkowicie oddzielona od drugiej warstwy dyfuzyjnej głębokiej (4), natomiast warstwa dyfuzyjna płytka (6) zlokalizowana jest wewnątrz pierścieniowego obszaru utworzonego przez drugą warstwę dyfuzyjną (4), a powierzchnia diody znajdująca się nad warstwami dyfuzyjnymi pokryta jest warstwą tlenku i warstwą (7) szkliva fosforokrzemowego, przy czym warstwa dyfuzyjna płytka (6) pokryta jest wyłącznie warstwą (7) szkliva fosforokrzemowego, zaś cała dioda wyposażona jest w elektrody (8).
7. Dioda według zastrz. 6, **znamienna tym**, że na warstwę (7) szkliva fosforokrzemowego, która osłania ze wszystkich zewnętrznych stron warstwę SiO_2 .
8. Dioda według zastrz. 6 albo 7, **znamienna tym**, że głębokość warstw dyfuzyjnych głębokich przekracza $1\text{ }\mu\text{m}$.
9. Dioda według zastrz. 8, **znamienna tym**, że krawędzie diody są oddzielone od objętości półprzewodnika przez pierwszą warstwę dyfuzyjną głęboką (3).
10. Dioda według zastrz. 6, **znamienna tym**, że ma kształt prostopadłościanu z elektrodami o kształcie prostokąta.

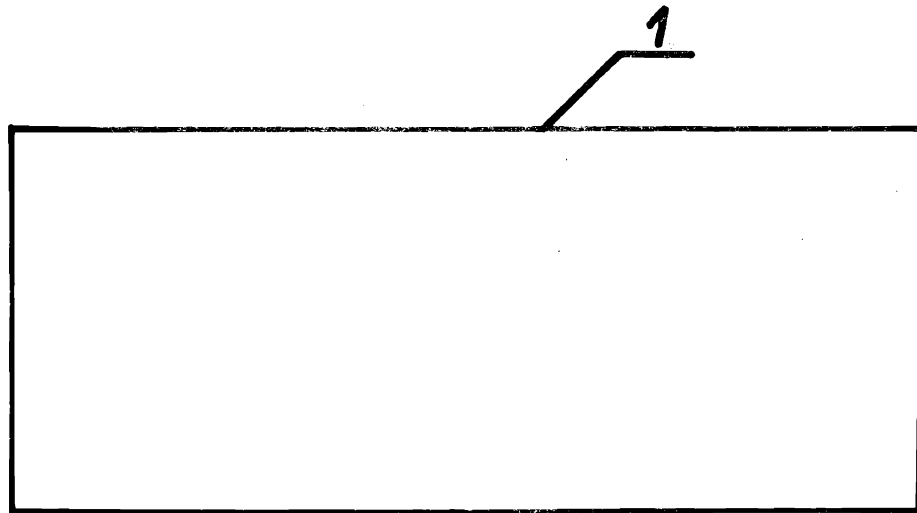


Fig. 1

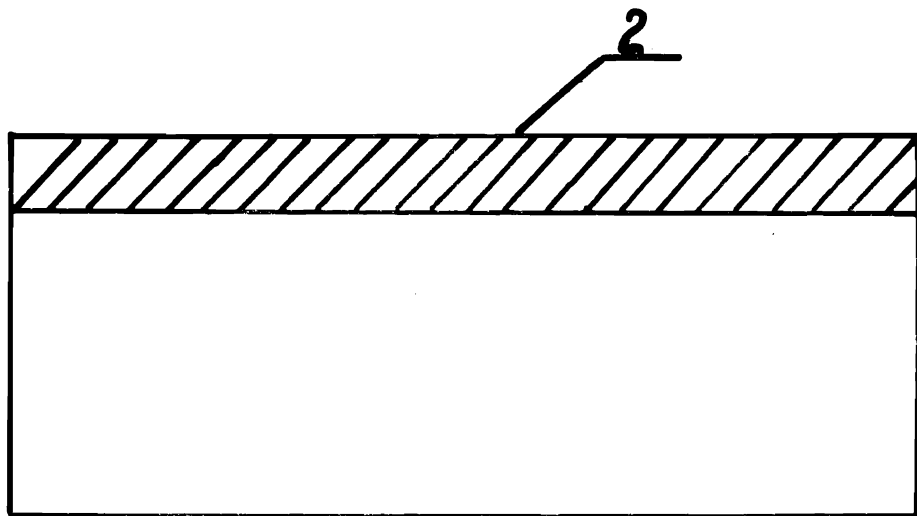


Fig. 2

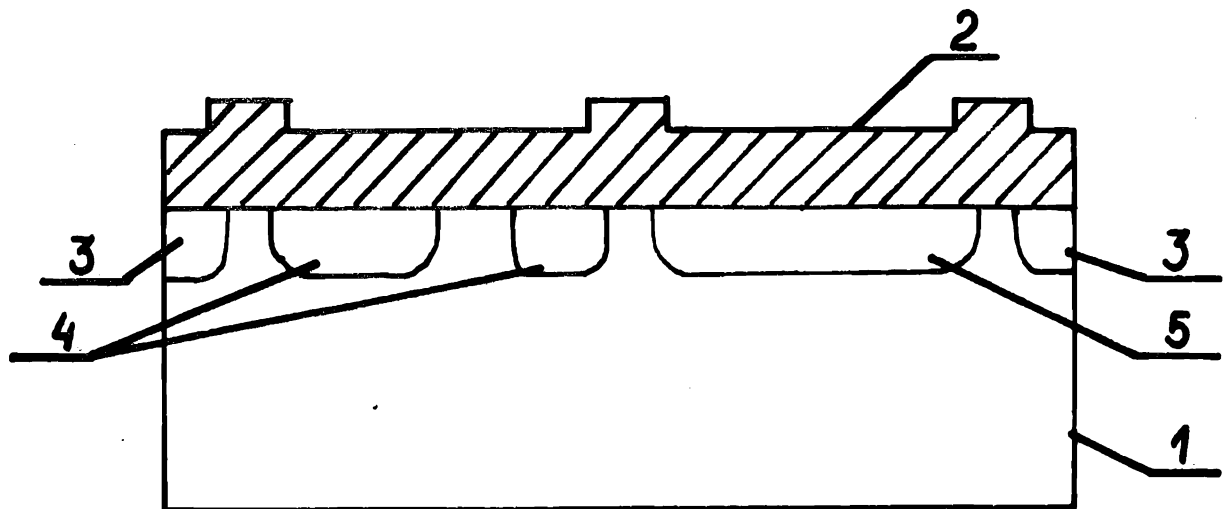


Fig.3

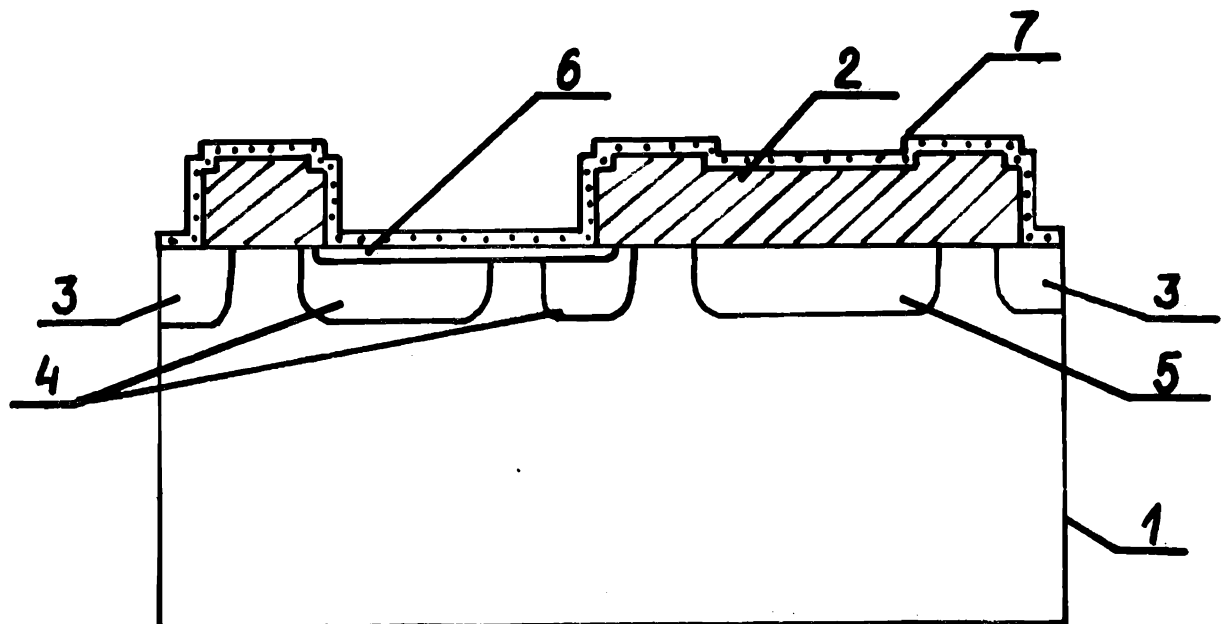


Fig.4

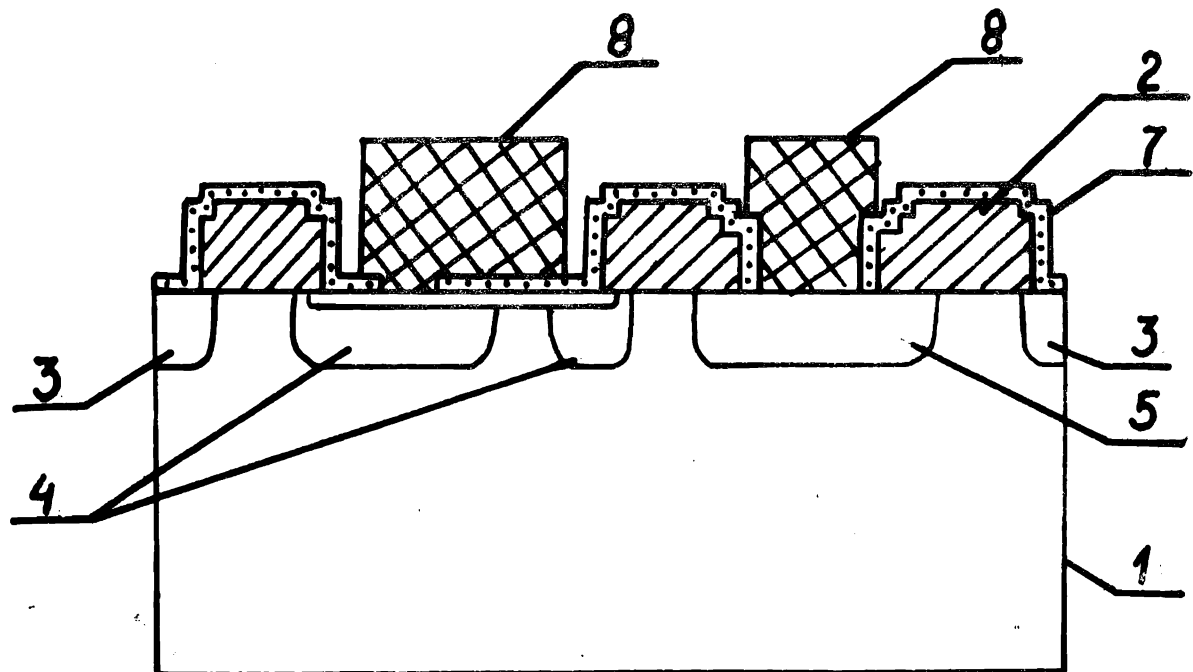


Fig.5