ОП РЕДЕЛЕНИЯ КООРДИНАТНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЛОКАЛЬНЫХ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ В ОБЪЕМЕ ПОЛУПРОВОДНИКА

Гаибов А.Г
Ташкентский государственный технический университет
Вахабов К.И
Ташкентский государственный технический университет
Миркомилова М.С.,
Ташкентский государственный технический университет
Джураев У.Э.
Ташкентский государственный технический университет
Ташкент, ул. Университетская 2Б
E-mail: gaibov.1954 @ mail.ru.

Аннотация: Разработан метод определения двухкоординатного (x и y) распределения локальных скоплений примесных атомов в объеме полупроводниковых материалов. Разработанный метод используется при предварительном отборе однородных материалов для производства полупроводниковых приборов

Ключевые слова: полупроводниковый материал, п-р переход, импеданс, локальный неоднородности, сеточные омические контакты.

Annotatsiya: Yarimo'tkazgichli materiallar hajmida nopoklik atomlarining mahalliy klasterlarining ikki koordinatali (x va y) taqsimlanishini aniqlash usuli ishlab chiqilgan. Ishlab chiqilgan usul yarimo'tkazgichli qurilmalarni ishlab chiqarish uchun bir hil materiallarni oldindan tanlash uchun ishlatiladi.

Kalit so'zlar: yarimo'tkazgich materiali, n-p o'tish, impedans, mahalliy bir xillik, tarmoq ohmik kontaktlari.

Abstract: A method has been developed for determining the two-coordinate (x and y) distribution of local clusters of impurity atoms in the volume of semiconductor materials. The developed method is used in the preliminary selection of homogeneous materials for the production of semiconductor devices.

Keywords: semiconductor material, n-junction, impedance, local inhomogeneities, ohmic grid contacts.

Введение

Технология создания полупроводниковых приборов является важнейшей составляющей стремительно развивающихся нанотехнологий, одним из главных аспектов которых служит разработка методы исследования локальных скоплений примесных атомов в объеме полупроводниковых материалов.

ISSN 3030-3907

Известны методы контроля качества полупроводникового материала основание на электронной микроскопии [1], зондовых измерения удельного сопротивления, [2] химического селективного травления и декорирования [3]. Перечисленные методы позволяют получать информацию сугубо приповерхностного характера. Применение их для изучения объемных свойств полупроводников связано с последовательным разрушением монокристалла (например постоянным травлением или сошлифовыванием), что и определяет их непригодность для отбраковки материала идущего на изготовления приборов.

Традиционный подход к изучению влияния определенной концентрации различных точечных несовершенства кристаллической структуры (примесные уровни, дислокации, точечные центры прилипания) на физические процессы в полупроводниковых приборах является недостаточным для удовлетворения современных требований полупроводникового приборостроения. Необходимы исследования по выявлению флуктуации их распределения в объеме полупроводника, определение локальной неоднородности такого распределения и изучения роли таких локальных неоднородностей на свойства современных полупроводниковых приборов.

2. Материал и метод. Метод выявления локальных неоднородностей полупроводникового материала по виду частотной зависимости импеданса структур [3], сущность которого состоит в том, что на полупроводниковом материале изготавливают п-р переход и измеряют частотную зависимость импеданса п-р перехода в широком интервале частот и на основе линейных диаграмм определяют интегральную величину локальных неоднородностей в виде высокоомных слоев во всем объеме образца.

Данным методом невозможно определить координатного распределения локальных неоднородностей. Предлагается новый метод, который позволяет определит координатного распределения локальных неоднородностей.

Для определения распределения локальных неоднородностей по двум координатам l_i (X_iY_i) на двух противоположных боковых поверхностях образца создают выпрямляющие контакты и измеряют частотную зависимость импеданса структуры и определяют суммарный размер всех локальных неоднородностей во всей объеме образца $(\sum l_i)_o$, затем на двух противоположных сторонах образца наносят сеточные омические контакты через маску шириной и шагом, превышающими наибольший размер неоднородностей (рис.1). После этого к каждой противолежащей паре контактов координаты, которых известны, поочередно прикладывают

ISSN 3030-3907

постоянное напряжение, величина которого определяется из напряженности электрического поля [4] из формулу:

$$E_{кр} \approx 4/3 \cdot [\pi \cdot \rho_{\Delta}/\varepsilon] \cdot 2R_{\Delta}$$

где, ρ_{Δ}-плотность отрицательного объемного заряда, возникающего в р-области; $2R_{\Delta}$-линейный размер локальных скоплений примесных атомов области в направлении силовых линий электрического поля.

Дополнительно для каждой пары измеряется частотную зависимость импеданса (рис.1).

На основе линейных диаграмм определяют суммарный эффективный размер неоднородностей без учета области определяемой координатами контактов, к которым приложено постоянное напряжение $\sum l_i$. Искомое распределение локальных неоднородностей по координатам l_i (X_iY_i) определяют по разнице суммарных эффективных размеров неоднородностей до и после приложения постоянного напряжения.

$$l_i\,(X_iY_i) = (\sum l_i)_o - \sum l_i$$

где $(\sum l_i)_o$ - суммарный эффективный размер неоднородностей до приложения постоянного напряжения.

$(\sum l_i)$ - суммарный эффективный размер неоднородностей после приложения постоянного напряжения.

3. Результаты и обсуждение. Примере проверка метода осуществляется на p-Si с удельным сопротивлением ρ-1000 Ωсм. Размеры образца составляют 10х8х2,5 мм. На две противоположные боковые поверхности образца методом химического осаждения наносят никелевые контакты, а на двух противоположных сторонах образца наносят через маску сеточные омические контакты напылением золота, ширина и длина каждой ячейки 200 мкм, расстояние между контактами равно 100 мкм. Измеряют частотную зависимость импеданса и определяют величину локальных неоднородностей в виде высокоомных слоев с удельным сопротивлением и эффективным размером во всем объеме образца. Размеры и удельное сопротивление локальных неоднородностей приведены в таблице 1. Суммируя размеры локальных неоднородностей определяют $(\Sigma l_i)_o$- суммарный эффективный размер неоднородностей во всем образце. Затем к омическим противолежащим контактам поочередно прикладывают постоянную напряженность $3 \cdot 10^3$ В/см, каждый раз измеряют частотную зависимость импеданса и определяют Σl_i без учета области, определяемой координатами контактов, к которым приложено напряжение. Искомое распределение локальных неоднородностей l_i (X_iY_i) определяют по разнице суммарных эффективных размеров неоднородностей до и после приложения

ISSN 3030-3907

постоянного напряжения. В таблице 2 представлено распределение локальных неоднородностей по двум координатам l_i (X_iY_i).

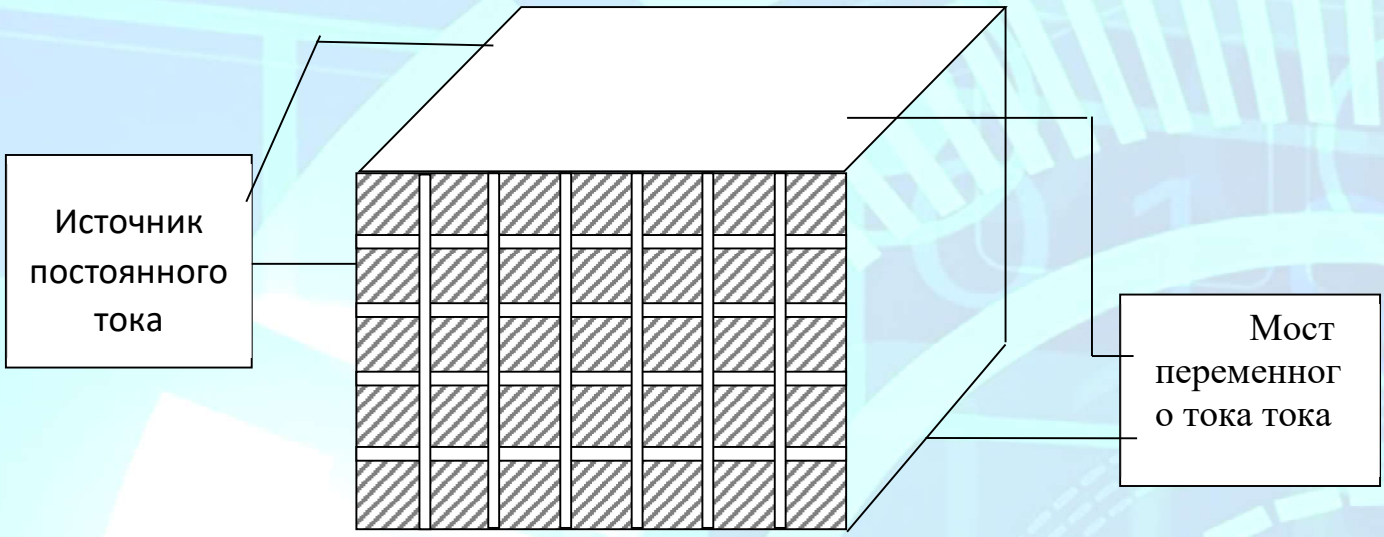


Рис. 1. Схема измерения координатного определения локальных неоднородностей.

Таблица 1

Размеры и удельное сопротивление локальных неоднородностей

№ изм.	$\rho_i \cdot 10^6$ Ом · см	l_i мкм
1.	0.28	4.3
2.	0.65	3.1
3.	1.32	1.6
4.	1.73	2.8
5.	2.3	9.6
6.	2.76	8.3
7.	3.4	4.5
8.	6.4	2.7
9.	7.3	4.2
10.	8.51	6.8
11.	9.6	5.6
12.	11.7	3.2

Таблица 2.

Распределение локальных неоднородностей по двум координатам l_i (X_iY_i).

№ п.п	l_i ,мкм	X_i,мм	Y_i,мм
1.	1.6	0.2	6.5
2.	2.7	0.5	2.0
3.	9.6	0.8	7.4
4.	8.3	2.0	0.2
5.	6.8	2.6	1.1
6.	4.5	3.5	4.7
7.	2.9	4.1	3.8
8.	4.3	5.3	0.5
9.	3.2	5.6	6.7
10.	5.6	6.2	2.3
11.	3.2	6.5	5.9
12.	4.2	7.7	5.0

ISSN 3030-3907

Применение данного метода в предварительной отбраковке материала на ранней стадии технологии изготовления полупроводниковых приборов, в частности полупроводниковых детекторов ядерного излучения, увеличивает выход детекторов с улучшенными электрофизическими, спектрометричес-кими характеристиками.

ИСПОЛЬЗОВАННАЯ ЛИТЕРАТУРА

1. Федина Л.И. Атомная структура протяженных дефектов в кремнии и механизмы их образования. // IX Международная конференция и VIII Школа молодых ученых и специалистов по актуальным проблемам физики, материаловедения, технологии и диагностики кремния, наноразмерных структур и приборов на его основе «КРЕМНИЙ-2012» 9-13 июля 2012 Санкт-Петербург, с.34.
2. 2. Смирнов, В. И. Неразрушающие методы контроля параметров полупроводниковых материалов и структур : учебное пособие / В. И. Смирнов. – Ульяновск : УлГТУ, 2012. – 75 с.
3. С.А.Азимов, Р.А.Муминов и др. Кремний-литиевые детекторы ядерного излучения. Ташкент, ‘Фан’, 1981, 258 с.
4. R.A.Муминov,S.A.Radzhapov, N.A.Sagyndykov and K.M.Nurbaev Salient feartures of the fabrication of Si(Li) detectors with a large-volume working region // Atomic Energy. – New York, Vol. 98, No. 1, 2005, pp. 69-71.

ISSN 3030-3907