



Beynəlxalq Konfrans "Fizika-2005" International Conference "Fizika-2005" Международная Конференция "Fizika-2005"

7 - 9
Iyun
June 2005
Июнь

səhifə
page 211-212
стр.

Bakı, Azərbaycan

Baku, Azerbaijan

Баку, Азербайджан

ВЛИЯНИЕ ЭЛЕКТРИЧЕСКОГО ПОЛЯ НА КОЭФФИЦИЕНТ ЗАПОЛНЕНИЯ НЕНАСЫЩЕННЫХ СВЯЗЕЙ ЯДРА ДИСЛОКАЦИИ В Si

РЗАЕВ С.Г.

*Институт физики Национальной Академии наук Азербайджана
AZ- 1143 Баку, пр. Г. Джавида 33*

Исследуя эффект Френкуля-Пула в кремнии выявлена линейная зависимость коэффициента заполнения ненасыщенных связей ядра дислокации от величины поперечного электрического поля.

ВВЕДЕНИЕ

Малые размеры активных элементов микросхем приводят к тому что дефекты занимают значительную часть их рабочего объема, вследствие чего возрастает степень влияния дефектов на их параметры. Поэтому выяснение механизма и особенностей влияния дефектов на электронные процессы в микросхемах является актуальной задачей полупроводниковой микроэлектроники.

ТЕОРЕТИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ И ЭКСПЕРИМЕНТ

Из всех известных дефектов краевые дислокации заслуживают специального рассмотрения, вследствие их значительного влияния на электронные процессы в полупроводниках. Согласно модели Рида [1], краевая дислокация в гомополярной решетке рассматривается, как дополнительная полуплоскость, край которой вводит в кристалл цепочку ненасыщенных («оборванных») связей, составляющих ядро дислокации. Тогда ядро дислокации можно представить как одномерную периодическую систему с одним электроном на элементарную ячейку, которая в приближении Хартри-Фока, приводит к полузаполненной зоне и металлической проводимости, а в приближении Хаббарда, где учет сильного кулоновского взаимодействия между электронами на одном и том же атомном узле ведет к расширению энергетической зоны, на полностью заполненную и пустую зоны [2] и тогда, как следует ожидать ядро дислокации будет вести себя как диэлектрик. Таким образом, дислокации могут вести себя и как центры прилипания, рекомбинации и как области высокой проводимости и диэлектрика.

Поэтому представляет большой научный и практический интерес изучение электрических свойств одной изолированной дислокации. Очень ценную информацию об электрических свойствах одной изолированной дислокации могут дать исследования зависимости изменения высоты потенциального барьера и пространственного заряда (ПЗ) вокруг дислокации и проводимости дислокации от электрического поля. Эти свойства дислокации в зависимости от направления и величины электрического поля проявляются в разной степени. Так, например, проводимость дислокации более отчетливо проявляется когда поле направлено вдоль нее. Нами в [3] подробно исследована зависимость проводимости вдоль дислокации от температуры, поля и заряда дислокации и выявлен переход металл-изолятор.

Однозначные сведения о рельефе и свойствах потенциальных барьеров, созданных одной изолированной дислокацией, которые играют определяющую роль в генерационно-рекомбинационных процессах, нами были получены в [4].

Так как высота потенциального барьера вблизи дислокации и потенциальный рельеф определяются состоянием заряда ядра дислокации, то они будут зависеть от коэффициента заполнения. Следует отметить, что коэффициенты заполнения ненасыщенных связей ядра и высота барьера изменяются под воздействием внешнего электрического поля. Следовательно, для полноты описания электрических свойств дислокации необходимо выяснить характер зависимости коэффициента заполнения от поля.

Данная работа посвящена исследованию зависимости коэффициента заполнения ненасыщенных связей ядра дислокации f от поля E .

Прежде чем определить зависимость коэффициента заполнения f от поля E нами в [4] экспериментально была определена зависимость изменения высоты потенциального барьера $\Delta\varphi$ от E , т.е. $\Delta\varphi(E)$.

Зная зависимость $\Delta\varphi$ от E , воспользуемся известным соотношением для коэффициента прилипания носителей заряда на глубокие центры [5]:

$$\eta = \frac{\Delta\varphi}{\varphi_0} \quad (1)$$

$$\eta = \frac{\Delta f}{f_0} \quad (2)$$

где φ_0 и f_0 – высота потенциального барьера и коэффициент заполнения ферми при равновесных условиях, $\Delta f = f - f_0$. Зная зависимость $\Delta\varphi(E)$ и величину φ_0 , которые определены выше, с помощью соотношений (1) и (2) определим зависимость коэффициента прилипания носителей на дислокационные глубокие центры от поперечного электрического поля $\eta(E)$. Далее, зная $\eta(E)$ можно определить зависимость коэффициента заполнения от поля. Действительно из (1) и (2) получим:

$$f(E) = f_0 [1 + \eta(E)] \quad (3)$$

Подставив экспериментально найденные величины в известное выражение для коэффициента заполнения Ферми (5) при $E = 0$ (равновесные условия) получим $f_0 = 0,1$, что хорошо согласуется с данными (6). Зависимость $f(E)$ для одной изолированной дислокации приведена на рис. 1.

Как видно из рисунка, эта зависимость имеет линейный характер.

Следует отметить, что на коэффициент заполнения и потенциальный рельеф существенное влияние

оказывает как плотность, так и состав атмосферы Коттрела. Эти вопросы заслуживают специального рассмотрения.

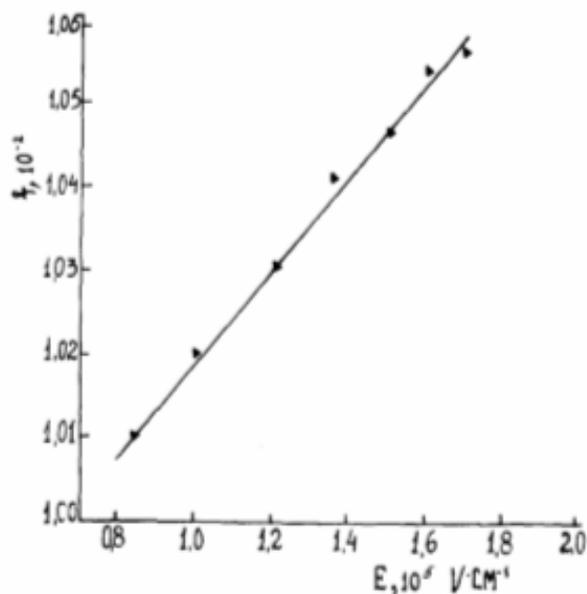


Рис.1. Зависимость коэффициента заполнения от внешнего электрического поля.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что электрическая активность краевой заряженной дислокации обусловлена ненасыщенными связями атомов ее ядра.
2. Выявлена линейная зависимость коэффициента заполнения ненасыщенных связей ядра дислокации, от величины поперечного электрического поля.

[1]. Read W.T. – Phyl. Mag., 1955, 46, 111.

[2]. Маделунг О. Кн. Физика твердого тела. М. Наука. 1985.

[3]. Рзаев С.Г., Нахмедов Э.П. «Переход металл-диэлектрик и нелинейная полевая зависимость проводимости вдоль дислокации в Si». ФТТ 1993, в. 4, с. 1083-1042.

[4]. Рзаев С.Г., Захрабекова З.М. «Эффект Френкеля-Пула на заряженной дислокации в Si». АМЕА Хəbərлəri, FRTE seriyası, 2004, № 2, s.106-109.

[5]. Матаре Г. кн. Электроника дефектов в полупроводниках. М., Мир, 1974.

[6]. Бойко И. И. и др. ФТТ, 1960, в 2. 109.