

УДК: 538.9

ПРИБОР С ЗАРЯДОВОЙ СВЯЗЬЮ И ПЛОТНОСТЬ ПОВЕРХНОСТНЫХ СОСТОЯНИЙ

Ассистент А. К. Эргашов

кафедра "Энергетика"

Наманганский инженерно-технологический институт.

Наманган, Республика Узбекистан.

Аннотация

Исследован принцип работы прибора с зарядовой связью. Потеря части заряда дала возможность определения плотности поверхностных состояний на границе раздела полупроводник-диэлектрик

Ключевые слова: полупроводник, диэлектрик, прибор с зарядовой связью, плотность поверхностных состояний.

CHARGE-COUPLED DEVICE AND DENSITY OF SURFACE STATES

Assistant A.K. Ergashov,

Department "Energy"

Namangan Engineering and Technology Institute.

Namangan, Republic of Uzbekistan.

Annotation

The principle of the charge-coupled device is investigated. The loss of part of the charge made it possible to determine the density of surface states at the semiconductor-insulator interface

Keywords: semiconductor, dielectric, charge-coupled device, density of surface states.

Введение

Исследуя, принцип работы прибор с зарядовой связью(ПЗС) выяснили, что пропускание заряда через ПЗС с поверхностным каналом часть заряда теряется, И эта потеря определяется поверхностными состояниями на границе раздела полупроводник-диэлектрик. Заряд Q_n , оставшийся после $t=nt_0$ времени, где t_0 – частота переключений в ПЗС n-число нулей, окажется равным, $Q_n = Q_0 - eN_n$ где Q_0 -начальный заряд, N_n -количество электронов генерированных за время nt_0 . Следовательно, N_s -количество электронов на единицу площади, можно найти из формулы

$$N_s(n) = \frac{Q_0 - Q_n}{enS}$$

Где e -заряд электрона, S -общий площадь электродов в ПЗС.

Это обстоятельство может быть использовано для определения поверхностных состояний на границе раздела полупроводник-диэлектрик. В работе [1,2] даётся методика приближенного определения плотности поверхностных состояний с помощью ПЗС.

Для определения плотности поверхностных состояний на границе раздела диэлектрик полупроводник воспользуемся тем, что скорость эмиссии носителей из поверхностных уровней зависит от энергии состояния следующим образом;

$$e_{em} = \sigma v_T N_c \exp\left(-\frac{E}{kT}\right)$$

Экспоненциальная зависимость скорости генерации от энергии позволяет провести резкую границу по энергии между свободными и заполненными поверхностными состояниями. Если все поверхности состояния в момент времени $t=0$ полностью заполнены, то за время t после ухода из поверхности свободных зарядов, ловушки с энергией больше E , в основном, опустошаются, а состояние с меньшей энергией, в основном, полностью заполнены. Граница энергии, разделяющая заполненные и опустошенные состояния с течением времени сдвигается вглубь запрещенной зоны. Энергия состояния и время генерации связаны соотношением

$$t = \tau_0 \exp\left(\frac{E}{kT}\right) \text{ где } \tau^{-1} = \sigma v_T N_c.$$

Плотность поверхностных состояний по определению равна

$$N_{ss}(E) = \frac{N_s(E + \Delta E) - N_s(E)}{\Delta E}$$

здесь $N(E)$ - полное число поверхностных состояний расположенных ниже энергии E .

Используя эти соотношения плотность поверхностных состояний может быть представлена в виде

$$N_{ss}(E(t)) = \frac{t}{kT} \frac{N_s(t + \Delta t) - N_s(t)}{\Delta t}$$

Изменение интервала времени можно осуществлять, пропустив через линейный регистр последовательность сигнала нулей и единиц. В этом случае из первой единицы, который следует после n нулей, на ловушках захватываются электроны равные пустым ловушкам, которые освободились за время следования нулей.

Пусть число электронов захваченных поверхностными ловушками из первой единицы $N(nt_0)$, здесь n - число нулей, t_0 - период импульсов. За время nt_0 освобождаются почти все уровни, расположенные выше энергии $E = kT \ln\left(\frac{nt_0}{\tau_0}\right)$. Изменение числа нулей на Δn приведет дополнительному освобождению электронов к границе между, пустыми и заполненными состояниями сдвигаясь на ΔE . В этом случае плотность поверхностных состояний и потеря заряда на поверхностях связаны, следующим соотношением

$$N_{ss}(E) = \frac{n}{kT} \frac{N((n + \Delta n)t_0) - N(nt_0)}{\Delta n}$$

Здесь $N(nt_0)$ -определяется уменьшением высоты первой единицы, следующий после n нулей.

Если $n \gg \Delta n$ последнее выражение можно записать в виде $N_{ss}(E) = \frac{1}{kT} \frac{dN(nt_0)}{d(\ln(n))}$

Литература

1. N.Yu. Sharibayev, J.I.Mirzayev. Temperature Dependence of the Density of States and the Change in the Band Gap in Semiconductors. International Journal of Engineering and Advanced Technology (IJEAT),ISSN: 2249 – 8958, Volume-9, Issue-2, pp 1012-1017,2019
2. Н.Ю.Шарыбаев, М.И.Мирзаев., Изменение ширины запрещенной зоны в ускозонных полупроводниках, Научный вестник НамГУ, №4 2019 ст 22-27.