

# ТЕРМОЭДС В P-N ПЕРЕХОДЕ НА ОСНОВЕ $Cd_xHg_{1-x}Te$ ПРИ РАЗОГРЕВЕ НОСИТЕЛЕЙ ЗАРЯДА

Г.С. СЕИДЛИ, О.М. САДЫХОВ, Р.М. ИСМАЙЛОВ

Бакинское Высшее Военно-Морское Училище

г. Баку, 153, ул. Нахимова

Экспериментально исследована термоэдс горячих носителей в p-n переходе. Показано, что отклонение ВАХ определяется температурой горячих носителей. Определено, что кинетика процесса установления термоэдс соответствует закономерностям в p-n переходах в случае прямого включения.

Ранее нами были рассмотрены термоэдс и термофотоэдс в монокристаллических образцах  $Cd_xHg_{1-x}Te$ , которые возникают при разогреве носителей заряда сильным электрическим полем [1-3]. Было показано, что если полупроводник поместить в сильное электрическое поле таким образом, чтобы одна часть осталась вне поля, то на контактах из-за разогрева носителей заряда возникает э.д.с., аналогичная обычной. [4]. Установлено, что с помощью очень простой методики можно определять температуру горячих носителей заряда [4].

Аналогичная термоэдс была наблюдаена на других полупроводниковых материалах и различных структурах на их основе [5-6]. Однако теория, развитая в работе [4] дает значение термоэдс для таких контактов только в режиме разомкнутой цепи. Для p-n перехода такой режим является трудно наблюдаемым в эксперименте. Поэтому мы можем рассмотреть, как будет изменяться термоэдс в p-n переходе в зависимости от сопротивления нагрузки.

Таким образом, целью настоящей работы является экспериментальное исследование ВАХ в p-n переходе в условиях сильного электрического поля и различные особенности термоэдс горячих носителей заряда.

Экспериментальное исследование термоэдс горячих носителей заряда проводилось на асимметричных переходах на основе p- $Cd_xHg_{1-x}Te$   $0.25 \leq x \leq 0.30$ . Методика получения p-n переходов описывалась в [7]. Измерения проводились в интервале температур  $80 \leq T \leq 300$  К.

Эксперименты проводились при постоянном СВЧ, греющем поле и при постоянном сопротивлении нагрузки. При этом ВАХ p-n перехода с горячими носителями заряда кроме темнового напряжения  $U_{тк}$ : добавляется и  $U_{вн}$ . внешнее напряжение. Поэтому при построении ВАХ, ось напряжения представляется как сумма двух напряжений.

Полученные при таких условиях ВАХ исследуемых образцов  $Cd_xHg_{1-x}Te$  при  $T=80$  К и при различных греющих электрических полях приведены на рис.1. Как видно из этого рисунка, вольт-амперные характеристики в полулогарифмическом масштабе хорошо ложатся на прямую линию, что показывает экспоненциальность тока от напряжения. Это указывает на то, что в указанных электрических полях они играют роль максвелловской функции распределения горячих носителей заряда. Наклон ВАХ при каждом конкретном значении СВЧ поля позволяет определить температуру горячих носителей заряда.

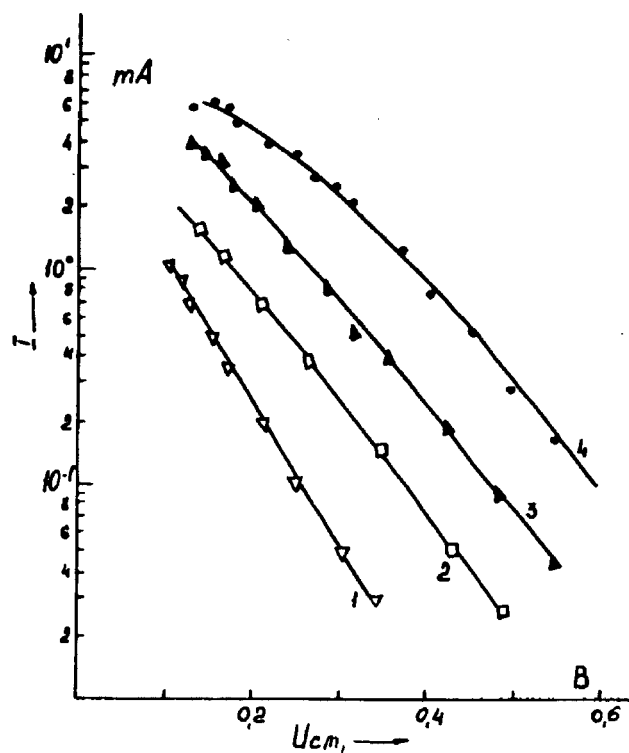


Рис. 1. ВАХ p-n перехода на основе p- $Cd_xHg_{1-x}Te$  в условиях разогрева носителей заряда.

$E_{СВЧ}$ , В/см: 1 -  $10^2$ ; 2 -  $3 \cdot 10^2$ ; 3 -  $6 \cdot 10^2$ ; 4 -  $8 \cdot 10^2$ .  $T=80$  К.

Экспериментально измеренные ВАХ указывают на то, что функции распределения горячих носителей заряда в  $Cd_xHg_{1-x}Te$  с указанными составами  $x$  выше энергии 0,27-0,35 эВ (для различных составов) являются максвелловскими. Но это не означает, что при меньших энергиях функция распределения не имеет какие-нибудь особенности, т.к. применяемая методика не позволяет получить ее вид ниже высоты барьера p-n перехода.

Нами экспериментально рассмотрена также кинетика установления термоэдс на p-n переходе под действием греющего импульса СВЧ поля. На рис.2 приведена зависимость скорости установления термоэдс от напряженности греющего поля при постоянном сопротивлении нагрузки. Из рисунка видно, что, начиная с некоторого напряжения (для различных составов), скорость установления термоэдс начинает зависеть от температуры горячих носителей заряда. С увеличением температуры горячих носителей заряда уменьшается время установления тер-

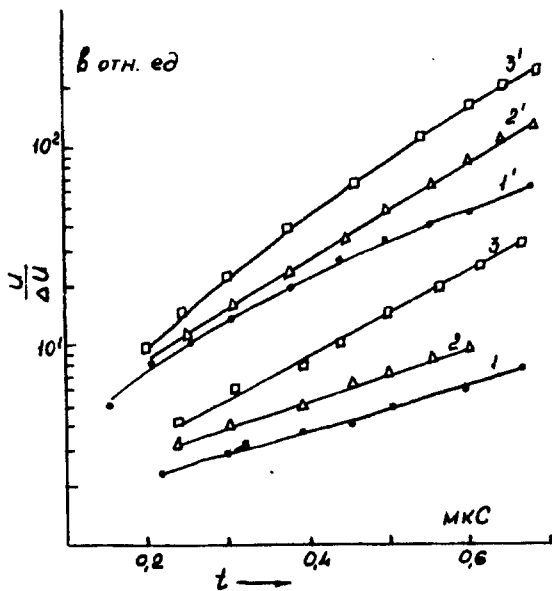


Рис.2. Кинетика установления термоэдс горячих носителей заряда в p-n переходе на основе Cd<sub>1-x</sub>Hg<sub>x</sub>Te при различных греющих полях.  $E_{СВЧ}$ , В/см: 1,1'-3·10<sup>2</sup>; 2,2' -5·10<sup>2</sup>; 3,3'-7·10<sup>2</sup>; x, %: 1-3 - 0,26; 1'-3' - 0,30. T = 80 K.

моэдс. Об этом свидетельствуют и кривые релаксации термоэдс горячих носителей заряда. Анализ этих кривых, снятых при различных значениях нагрузочных сопротивлений показал, что начальный и конечный участки установления термоэдс являются экспоненциальными, но с различными показателями экспоненты.

В начальном участке установления термоэдс не зависит от сопротивления нагрузки и греющего СВЧ поля. На конечном участке (кривые спада) она не только зависит от этих параметров, а также зависит от емкости p-n перехода. Как было показано в [6], после окончания действия СВЧ поля в р-области p-n перехода остается инжектированный заряд, который исчезает точно так же, как и заряд неосновных носителей инжектированный в базу диода при прямом подключении.

Результаты экспериментального исследования показывают, что кинетика установления термоэдс горячих носителей заряда описывается теми же закономерностями, когда через него проходит прямой ток.

- [1] В.Б. Антонов, А.Ш. Абдинов, Э.Ю. Салаев, Г.С. Сеидли. ДАН Азерб.ССР, 1978, т.24, в. 12, с.19-21.  
 [2] А.Ш. Абдинов, Э.Ю. Салаев, Г.С. Сеидли. В.сб. Физические свойства сложных полупроводников, Баку, 1978, с. 61-62.  
 [3] А.Ш. Абдинов, Э.Ю. Салаев, Д.Ш. Абдинов, Г.С. Сеидли. Изв. АН Азерб. ССР, сер. ФТ и МН, 1984, в. 4, с. 78-79.

- [4] В. Денис, Ю. Пожела. Горячие носители, Вильнюс, Минтис.  
 [5] А.И. Веймгер, Л.Г. Парицкий, Г. Дадамирзаев. ФТП, 1975, т. 9, в. 2, с. 216-224.  
 [6] А.И. Веймгер, Э.А. Акопян. ФТП, 1975, т. 9, в. 2, с. 356-359.  
 [7] З.Ф. Агаев, Н.М. Шукюров, Г.С. Сеидли. ДАН Азерб. ССР, 1990, т. 46, в. 6, с. 24-27.

H.S. Seyidli, O.M. Sadixov, R.M. İsmayilov

## Cd<sub>1-x</sub>Hg<sub>x</sub>Te P-N KEÇİDİNDE QIZMAR YÜKDAŞIYICILARIN YARATDIĞI TERMOEHQ

Məqalədə təcrübi olaraq p-n keçiddə qızmar yükdaşıyıcıların yaratdığı termoehq tədqiq edilmişdir. Göstərilmişdir ki, bu halda VAX meyli qızmar yükdaşıyıcıların temperaturu ilə tə'yin olunur. Müəyyən olunmuşdur ki, termoehq-nin durğunlaşma prosesinin kinetikasında p-n keçiddən düz cərəyan keçərkən baş verən qanunauyğunluqlar kimidir.

H.S. Seidly, O. M. Sadixov, R.M. Ismailov

## THERMAL ELECTROMOTIVE FORCE FEATURES IN P-N JUNCTION ON THE BASIS OF Cd<sub>1-x</sub>Hg<sub>x</sub>Te

Thermal electromotive force has been experimentally studied in p-n junction of charge carriers caused by heating. It is shown that in this case the temperature of hot charge carriers determines the slope of current-voltage characteristic.

It is established that the same law according to which direct current flows through p-n junction describes the kinetics of thermal electromotive force setting.