

PACS: 07.50.-e, 72.40.+w

## ВЛИЯНИЕ $\gamma$ -ИЗЛУЧЕНИЯ НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУМАГНИТНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ $Cd_{1-x}Fe_xTe$

М.А. Мехрабова<sup>1</sup>, Т.И. Керимова<sup>1</sup>, И.Р. Нуриев<sup>2</sup>, Г.С. Оруджев<sup>2,3</sup>, А.А. Абдуллаева<sup>3</sup>

<sup>1</sup>Институт Радиационных Проблем НАНА

<sup>2</sup>Институт Физики им. академика Г.М.Абдуллаева НАНА

<sup>3</sup>Азербайджанский Технический Университет

[kerimova-tuba@rambler.ru](mailto:kerimova-tuba@rambler.ru)

**Резюме:** Исследованы температурные зависимости емкости и диэлектрической проницаемости полупроводников CdTe и  $Cd_{1-x}Fe_xTe$  ( $x=0.03$ ) при частотах 25Гц-1МГц при температурах 294-550К. Определены границы температурной области для каждой частоты. Выявлены изменения в диэлектрических свойствах кристаллов после облучения  $\gamma$ -квантами при дозах  $D\gamma=605.6$  кГр.

**Ключевые слова:** Полумагнитные полупроводники, твердые растворы,  $\gamma$ -излучение, диэлектрические свойства, емкость, частота, температура.

### 1. Введение

Полумагнитные полупроводники (ПМП) новый класс материалов, содержащие в себе свойства обычных и магнитных полупроводников [1-3], т.е. их можно принимать как промежуточный материал между немагнитными и магнитными полупроводниками. Изменяя содержание магнитного материала в составе полупроводника и внешние условия как температура, магнитное поле, доза облучения ионизирующей радиации можно управлять физическими свойствами этих материалов [4]. С этой точки зрения, наличие ионов Fe в составе ПМП приводит к уникальным свойствам этих полупроводников, как к изменению ширины запрещенной зоны, параметров решётки, магнитных свойств, и т.д., которые дают возможность создать приборы, характеристиками которых можно управлять. Исходя из вышесказанных, изучение влияния внешних факторов, в том числе ионизирующей радиации на диэлектрические свойства ПМП  $Cd_{1-x}Fe_xTe$  является актуальной задачей.

В настоящей работе рассматривается исследование диэлектрических свойств полупроводников CdTe и  $Cd_{1-x}Fe_xTe$ , а также влияние  $\gamma$ -излучения на эти свойства.

### 2. Методика эксперимента

Были синтезированы кристаллы CdTe и  $Cd_{1-x}Fe_xTe$  ( $x=0.03$ ). Кристаллическая структура этих полупроводников исследовалась рентгенодифрактометрическим методом на установке BRUKER XRD D8 ADVANCE [5].

Для измерений температурных зависимостей диэлектрической проницаемости кристаллов CdTe и  $Cd_{1-x}Fe_xTe$  ( $x=0,03$ ) были изготовлены конденсаторы. Обкладки конденсаторов были получены нанесением серебряной токопроводящей пасты на поверхности исследуемого материала. Исследования диэлектрической проницаемости ( $\epsilon=\epsilon'+\epsilon''$ ) проводились цифровым измерителем иммитанса E7-20 на частотах 25Гц-1МГц в интервале температур  $T=294-550$ К. Амплитуда измерительного поля не превышала  $1V \cdot cm^{-1}$ . Для поддержания более-менее стабильной температуры пользовались термостатом, при этом погрешность составляло 0.1К. Размеры образцов составляли  $0.9 \times 0.52 \times 0.03$ мм<sup>3</sup> для CdTe и  $0.4 \times 0.6 \times 0.2$ мм<sup>3</sup> для  $Cd_{1-x}Fe_xTe$ .

### 3. Обсуждения и результаты

Исследованы температурные зависимости емкости, на основе чего вычислены температурные зависимости диэлектрической проницаемости для полупроводников CdTe и  $Cd_{1-x}Fe_xTe$  ( $x=0,03$ ) и построены соответствующие графики (рис.1, рис.2).

Температурные зависимости емкости полупроводников CdTe и  $Cd_{1-x}Fe_xTe$  ( $x=0,03$ ) для разных частот измерительного поля приведены на рис.1. Из рисунков видно, что с ростом температуры наблюдается возрастание значения диэлектрической проницаемости  $\epsilon'$ . При этом чем выше частота измерительного поля, тем позднее начинается рост  $\epsilon'$ . Как видно, диэлектрическая проницаемость остается практически неизменной до температур  $\approx 320$  К для CdTe и  $\approx 400$ К для  $Cd_{1-x}Fe_xTe$  во всем изученном диапазоне частот. При температуре 550 К наблюдается особенность и максимум в зависимости  $c(T)$ ,  $\epsilon'(T)$ . С ростом частоты измерительного поля особенности на кривых смещаются к более высоким значениям температуры, а соответствующие величины при этом падают. Полученные результаты согласуются с литературными данными [6,7].

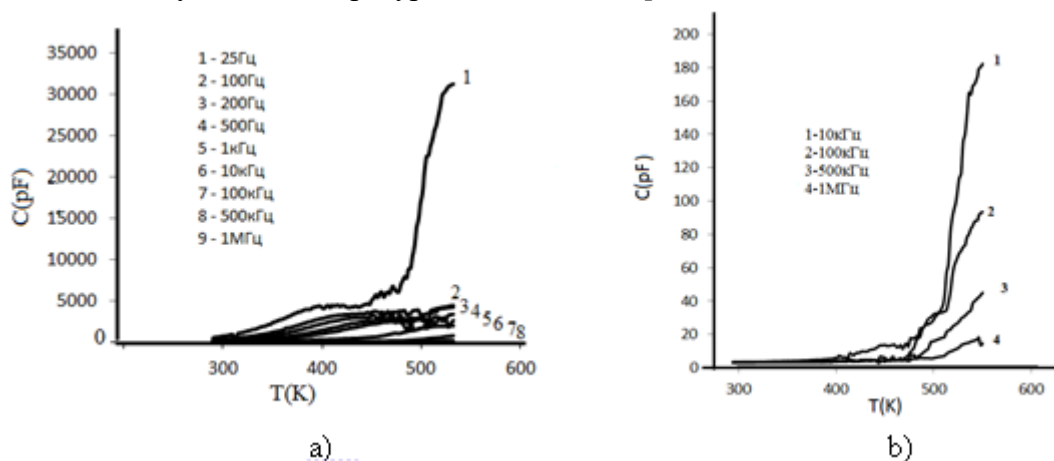


Рис.1. Температурные зависимости емкости для частот измерений 25Гц-1МГц: а) CdTe, б)  $Cd_{1-x}Fe_xTe$  ( $x=0,03$ )

На рис.2 Приведены температурные зависимости реальной части диэлектрической проницаемости  $\epsilon'$  на переменном токе ПМП  $Cd_{1-x}Fe_xTe$  ( $x=0,03$ ) для разных частот.

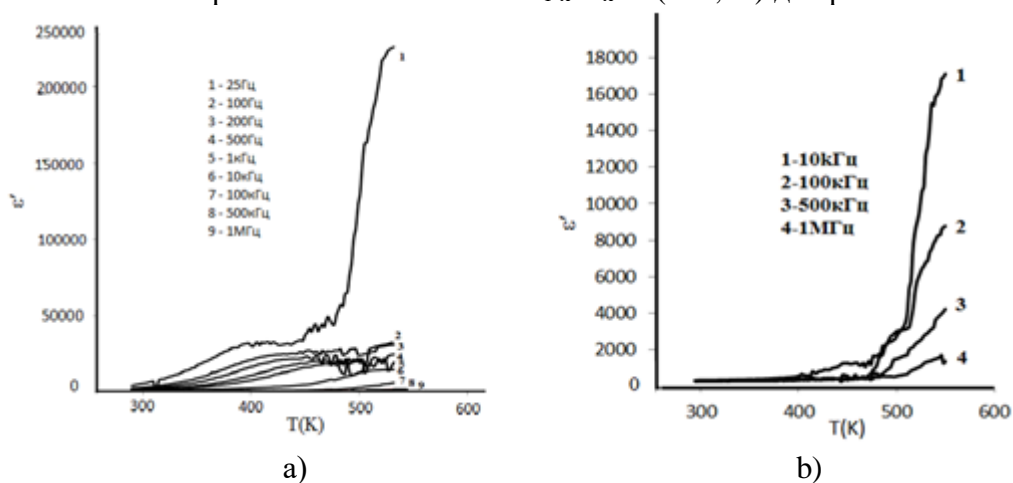


Рис.2. Температурные зависимости реальной части диэлектрической проницаемости  $\epsilon'$  для частот измерений 25Гц-1МГц: а) CdTe, б)  $Cd_{1-x}Fe_xTe$  ( $x=0,03$ )

Изучена влияние  $\gamma$ -излучения ( $E=1.27\text{МэВ}$ ,  $E=1.33\text{МэВ}$ ) на диэлектрическую проницаемость  $\text{CdTe}$  и  $\text{Cd}_{1-x}\text{Fe}_x\text{Te}$  ( $x=0.03$ ) при дозе облучения  $D_\gamma=605.6\text{кГр}$  (рис.1, рис.2). Как видно из рисунков в зависимостях  $c(T)$ ,  $\epsilon'(T)$  облученного  $\text{CdTe}$  появляется ярко выраженный максимум при температуре  $\approx 420\text{К}$  при частоте  $25\text{Гц}$ , а также уменьшается емкость и диэлектрическую проницаемость в  $\approx 5$  раза во всех частотах измерительного поля. Полученные зависимости  $c(T)$  и  $\epsilon'(T)$  имеют явно выраженные особенности.

В зависимостях  $c(T)$ ,  $\epsilon'(T)$  облученного  $\text{Cd}_{1-x}\text{Fe}_x\text{Te}$  наблюдаются особенности – характер зависимости меняется, происходит спад кривых в области температур  $300\div 400\text{К}$  во всех частотах измерительного поля, при этом значения  $c$ ,  $\epsilon$  увеличиваются в  $15\div 20$  раза.

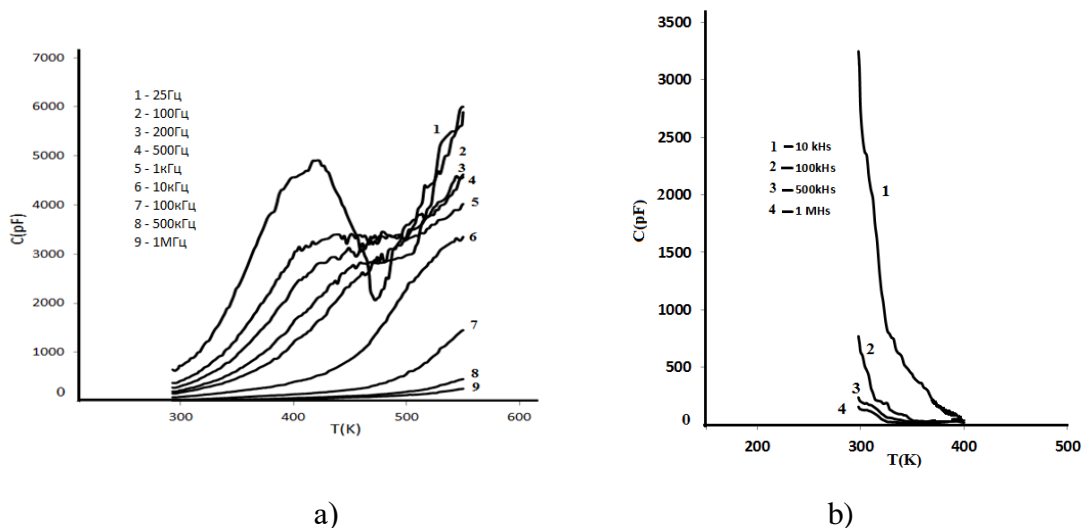


Рис.3. Температурные зависимости емкости для частот измерений  $25\text{Гц}-1\text{МГц}$  облученных  $\gamma$ -квантами при дозах  $D_\gamma=605.6\text{кГр}$ : а)  $\text{CdTe}$ , б)  $\text{Cd}_{1-x}\text{Fe}_x\text{Te}$  ( $x=0.03$ )

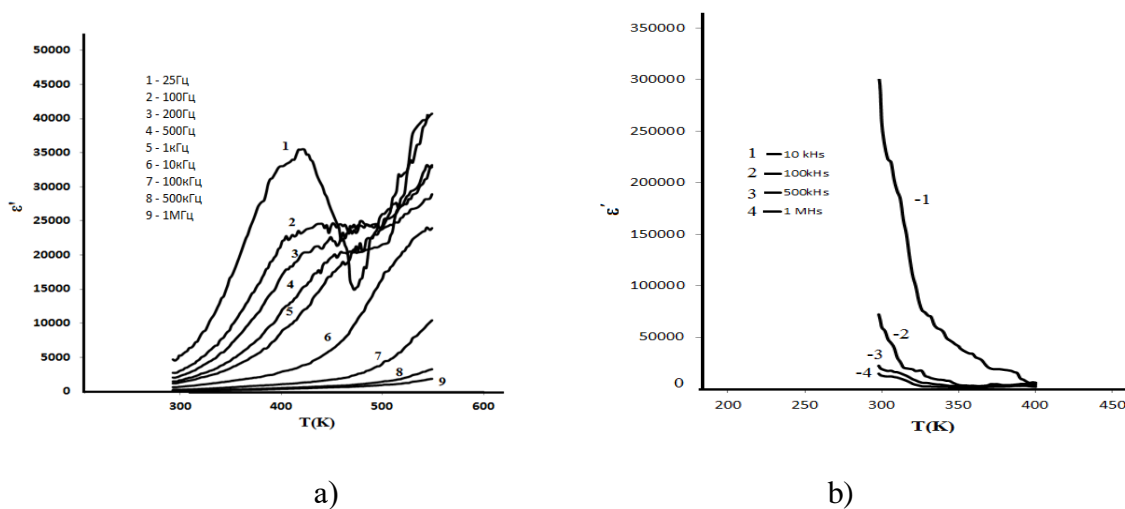


Рис.4. Температурные зависимости реальной части диэлектрической проницаемости  $\epsilon'$  для частот измерений  $25\text{Гц}-1\text{МГц}$  облученных  $\gamma$ -квантами при дозах  $D_\gamma=605.6\text{кГр}$ : а)  $\text{CdTe}$ , б)  $\text{Cd}_{1-x}\text{Fe}_x\text{Te}$  ( $x=0.03$ )

*Литература*

1. Никитин П.И., Савчук А.И. Эффект Фарадея в полумагнитных полупроводниках // Успехи физических наук, 1990, т.160, №11, с.167-196
2. Никитин П.И., Савчук А.И., Столярчук И.Д., Никитин С.И., Перроне А. Эффект Фарадея в нанокристаллах CdMnTe, выращенных методом лазерного напыления // Квантовая электроника, 1998, т.25, №7, с.579-581
3. Нуриев И.Р., Назаров А.М., Mehrabova M.A., Садыгов Р.М. Особенности роста, структура и морфология поверхности эпитаксиальных пленок Cd<sub>1-x</sub>MnxTe // Журнал Неорганические Материалы, 2016, т.52, №9, с.1-4
4. Мехрабова М.А. Электронная структура, энергия дефектообразования халькогенидов A<sup>II-IV</sup>B<sup>VI</sup> И влияние ионизирующего излучения на их физические свойства. Докторская диссертация, 2018, 386с.
5. Нуриев И.Р., Мехрабова М.А., Назаров А.М. Особенности роста и влияние ионизирующего излучения на фотопроводимость эпитаксиальных пленок Cd<sub>1-x</sub>Mn(Fe)<sub>x</sub>Te. Международная научно-техническая конференция и школа по фотоэлектронике и приборам ночного видения. Москва, НПО «Орион», 2018, с.573-575
6. П.В. Жуковский, Я. Партыка, П. Венгерэк, Ю.В. Сидоренко, Ю.А Шостак, А. Родзик. Диэлектрические свойства полупроводниковых соединений Cd<sub>1-x</sub>Fe<sub>x</sub>Te. Физика и техника полупроводников, 1999, том 33, вып. 3 с. 270-272.
7. Р.М. Сардарлы, О.А. Самедов, А.П. Абдуллаев, Ф.Т. Салманов. Гигантская диэлектрическая релаксация в кристаллах TlGaTe<sub>2</sub>. Физика твердого тела, 2011, том 53, вып. 8

**EFFECT OF GAMMA IRRADIATION ON DIELECTRIC PROPERTIES OF Cd<sub>1-x</sub>Fe<sub>x</sub>Te SEMIMAGNETIC SEMICONDUCTORS**

**M.A. Mehrabova, T.I. Kerimova, I.R. Nuriev, H.S. Orujov, A.A. Abdullayeva**

**Abstract:** The temperature dependences of the capacitance and dielectric constant of CdTe and Cd<sub>1-x</sub>Fe<sub>x</sub>Te semiconductors (x=0.03) at frequencies of 25Hz-1MHz at temperatures of 294-550K are investigated. The boundaries of the temperature region for each frequency are determined. Changes in the dielectric properties of crystals after irradiation with  $\gamma$ -rays at doses of  $D_{\gamma}= 605.6$  kGy are revealed.

**Key words:** semimagnetic semiconductors, solid solutions,  $\gamma$ -radiation, dielectric properties, capacitance, frequency, temperature.

**Cd<sub>1-x</sub>Fe<sub>x</sub>Te YARIMMAQNİT YARIMKEÇİRİCİLƏRİNİN DİELEKTRİK XASSƏLƏRİNƏ QAMMA ŞÜALANMANIN TƏSİRİ**

**M.A.Mehrabova, T.İ.Kərimova, H.R. Nuriyev, H.S.Orucov, A.A.Abdullayeva**

**Xülasə:** CdTe və Cd<sub>1-x</sub>Fe<sub>x</sub>Te (x = 0.03) yarımkeçiricilərinin 294-550 K temperatur və 25Hz-1MHz tezlik oblastında dielektrik nüfuluğunun və tutumun temperatur asılılıqları tədqiq edilmişdir. Hər bir tezlik üçün temperatur oblastının sərhədləri müəyyənləşdirilmişdir.  $D_{\gamma}= 605,6$  kGy dozada  $\gamma$ -kvantlarla şüalandırıldıqdan sonra kristalların dielektrik xassələrində dəyişikliklər müəyyən edilmişdir.

**Açar sözlər:** semimaqnit yarımkeçiricilər, bərk məhlullar,  $\gamma$ -radiasiya, dielektrik xüsusiyyətlər, tutum, tezlik, temperatur.