

PACS: 07.50.-e, 72.40.+w

ВЛИЯНИЕ γ -ИЗЛУЧЕНИЯ НА ДИЭЛЕКТРИЧЕСКИЕ СВОЙСТВА ПОЛУМАГНИТНЫХ ПОЛУПРОВОДНИКОВ $Cd_{1-x}Fe_xTe$

М.А. Мехрабова¹, Т.И. Керимова¹, И.Р. Нуриев², Г.С. Оруджев^{2,3}, А.А. Абдуллаева³

¹Институт Радиационных Проблем НАНА

²Институт Физики им. академика Г.М.Абдуллаева НАНА

³Азербайджанский Технический Университет

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 γ -квантами при дозах $D\gamma=605.6$ кГр.

Ключевые слова: Полумагнитные полупроводники, твердые растворы, γ -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 γ -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 $0.9\times 0.52\times 0.03$ мм³ для CdTe и $0.4\times 0.6\times 0.2$ мм³ 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 ϵ' . При этом чем выше частота измерительного поля, тем позднее начинается рост ϵ' . Как видно, диэлектрическая проницаемость остается практически неизменной до температур ≈ 320 К для CdTe и ≈ 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].

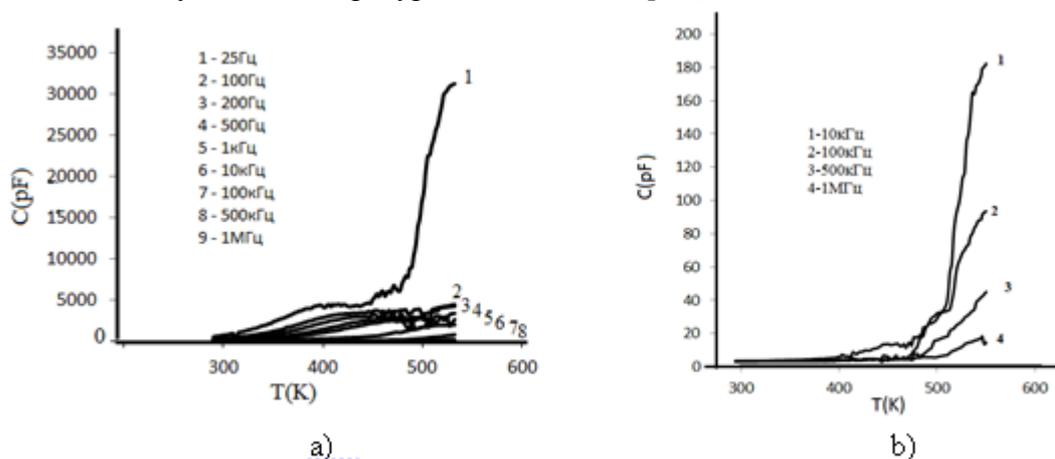


Рис.1. Температурные зависимости емкости для частот измерений 25Гц-1МГц: а) CdTe, б) $Cd_{1-x}Fe_xTe$ ($x=0.03$)

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

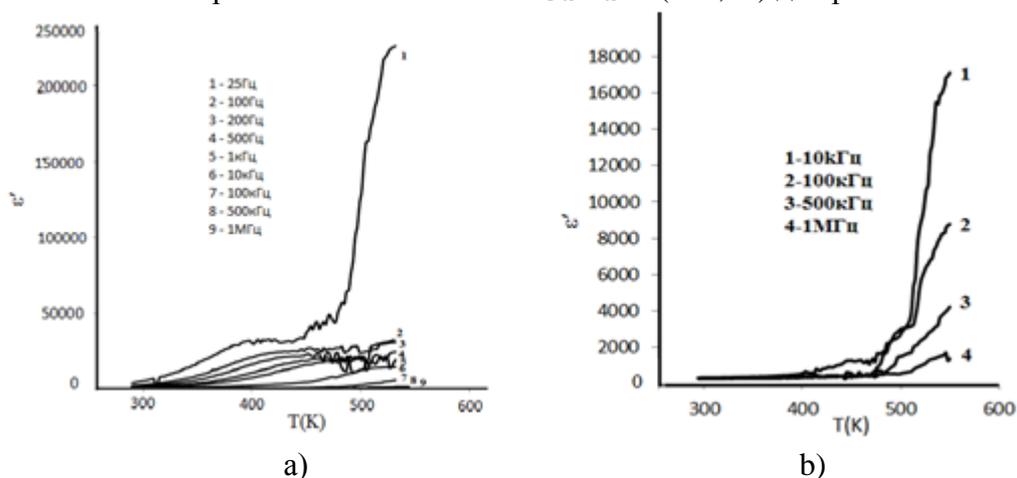


Рис.2. Температурные зависимости реальной части диэлектрической проницаемости ϵ' для частот измерений 25Гц-1МГц: а) CdTe, б) $Cd_{1-x}Fe_xTe$ ($x=0.03$)

Изучена влияние γ -излучения ($E=1.27\text{МэВ}$, $E=1.33\text{МэВ}$) на диэлектрическую проницаемость 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 CdTe появляется ярко выраженный максимум при температуре $\approx 420\text{К}$ при частоте 25Гц, а также уменьшается емкость и диэлектрическую проницаемость в ≈ 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 , ϵ увеличиваются в $15\div 20$ раза.

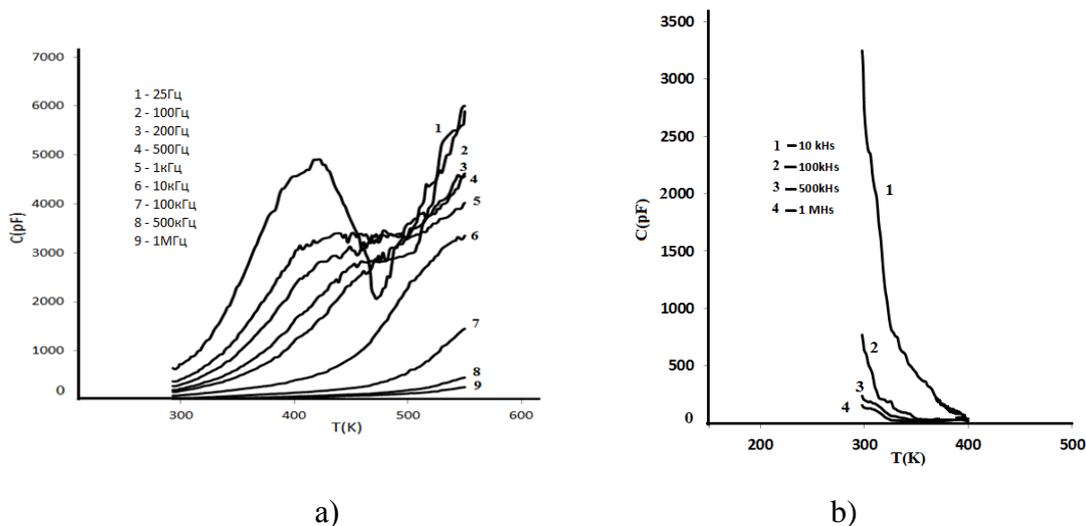


Рис.3. Температурные зависимости емкости для частот измерений 25Гц-1МГц облученных γ -квантами при дозах $D_\gamma=605.6\text{кГр}$: а) CdTe, б) $\text{Cd}_{1-x}\text{Fe}_x\text{Te}$ ($x=0.03$)

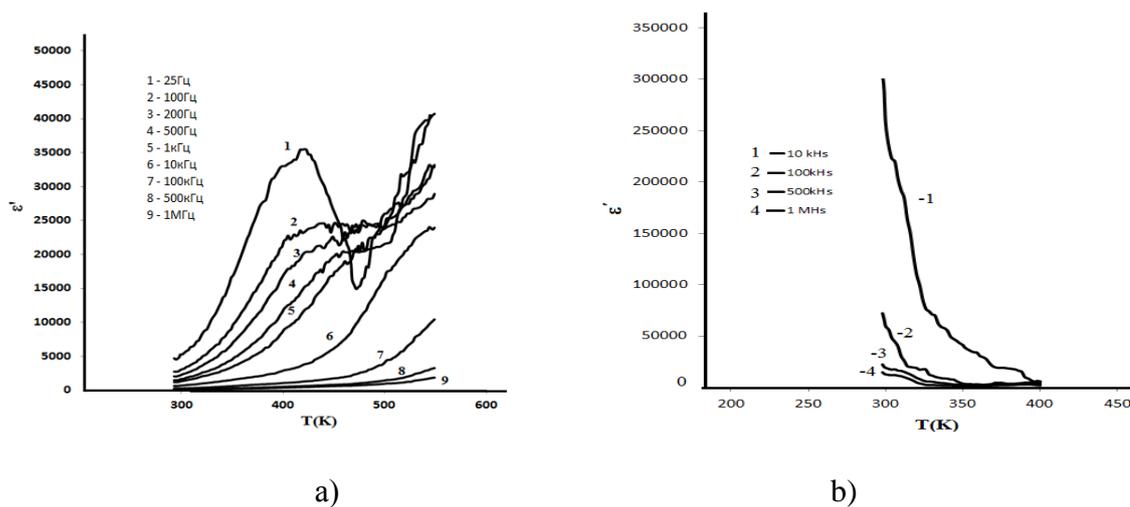


Рис.4. Температурные зависимости реальной части диэлектрической проницаемости ϵ' для частот измерений 25Гц-1МГц облученных γ -квантами при дозах $D_\gamma=605.6\text{кГр}$: а) CdTe, б) $\text{Cd}_{1-x}\text{Fe}_x\text{Te}$ ($x=0.03$)

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_{1-x}Mn_xTe // Журнал Неорганические Материалы, 2016, т.52, №9, с.1-4
4. Мехрабова М.А. Электронная структура, энергия дефектообразования халькогенидов A^{II-IV}B^{VI} 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_{1-x}Mn(Fe)_xTe. 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_{1-x}Fe_xTe. 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 TlGaTe₂. Физика твердого тела, 2011, том 53, вып. 8

EFFECT OF GAMMA IRRADIATION ON DIELECTRIC PROPERTIES OF Cd_{1-x}Fe_xTe 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_{1-x}Fe_xTe 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 γ -rays at doses of $D_\gamma = 605.6$ kGy are revealed.

Keywords: semimagnetic semiconductors, solid solutions, γ -radiation, dielectric properties, capacitance, frequency, temperature.

Cd_{1-x}Fe_xTe 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_{1-x}Fe_xTe (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 γ -kvantlarla şüalandırıldıqdan sonra kristalların dielektrik xassələrində dəyişikliklər müəyyən edilmişdir.

Açar sözlər: semimaqnit yarımkeçiricilər, bərk məhlullar, γ -radiasiya, dielektrik xüsusiyyətlər, tutum, tezlik, temperatur.