

UOT 538.975; 537.226.4

FeGaInSe₄ KRİSTALININ DIELEKTRİK NÜFUZLUĞUNUN DƏYİŞƏN ELEKTRİK CƏRƏYANININ TEZLIYINDƏN VƏ TEMPERATURDAN ASILILIĞI

N.N.NİFTİYEV, F.M.MƏMMƏDOV*, M.B.MURADOV**

Azərbaycan Dövlət Pedaqoji Universiteti
AZ 1000, Bakı, Ü.Hacıbəyov, 68
*AMEA Kataliz və Qeyri-üzvi Kimya İnstitutu**
AZ 1143, Bakı, H.Cavid pr., 29
*Bakı Dövlət Universiteti***
AZ 1148, Bakı, Z. Xəlilov küç., 23
niftiyevnamiq7@gmail.com

Daxil olub: 29.10.2021
Çapa verilib: 04.03.2022

Açar sözlər: dielektrik nüfuzluğu, aktivləşmə enerjisi, relaksasiya müddəti, polyarizasiya mexanizmi.

REFERAT

FeGaInSe₄ kristalının müxtəlif temperatur və tezliklərdə dielektrik nüfuzluğunun həqiqi və xəyali hissəsi tədqid edilib. Müəyyən edilmişdir ki, temperatur yüksəldikcə dielektrik nüfuzluğunun artması əsasən yükdaşıyıcıların konsentrasiyasının artması ilə bağlıdır. FeGaInSe₄ kristalında $2 \cdot 10^5 \div 10^6$ Hz tezlik oblastında normal dispersiya baş verir. Tədqiq olunan temperaturalarda dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsi tezliklə tərs mütənəsib olaraq azalır. Bu kristal üçün aktivləşmə enerjisi hesablanmış və $\Delta E_1 = 0,061 \div 0,021$ eV və $\Delta E_2 = 0,30 \div 0,099$ eV qiymətləri tapılmışdır. FeGaInSe₄ kristalında relaksasiya müddəti hesablanmış və istilik hərəkəti ilə şərtlənən elektron polyarizasiya mexanizminin olması müəyyən edilmişdir.

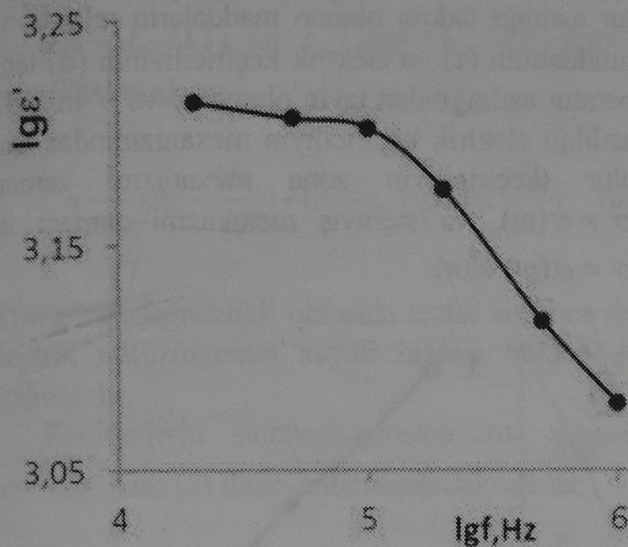
Hal-hazırda mürəkkəb tərkibli halkogenid birləşmələr qeyri-adi fiziki xassələri və praktiki təbirləri sayəsində geniş tədqiqatların obyektinə çevrilmişdir. Bu birləşmələr içərisində fotoelektronikanın yeni nəsillə cihazlarının funksional diapazonunu genişləndirmək üçün böyük potensiala malik olan fiziki prosesləri az öyrənilmiş AB₂X₄ (burada A: Mn, Fe, Co, Ni; B: Ga, In; X-S, Se, Te) tipli birləşmələr xüsusi praktiki və nəzəri maraq kəsb edir [1-15]. Bu birləşmələr müxtəlif təyinatlı elektron qurğuların yaradılması üçün perspektivlidir. Bu materialların əsasında fəthəssas sturukturlar hazırlanmışdır [8-11]. FeIn₂S₄ birləşməsindən nanokristal sintez edilmişdir [2]. FeIn₂Se₄ monokristalından istifadə edərək heteroqecid yaradılmışdır [12]. Hal-hazırkı işdə qeyd edilən birləşmələr sinfinə aid FeGaInSe₄ kristalının dielektrik nüfuzluğunun dəyişən elektrik cərəyanının tezliyindən və temperaturdan asılılığı tədqiq edilmişdir. FeGaInSe₄ birləşməsi kubik quruluşlu FeGa₂Se₄

(fəza qrupu F $\bar{4}3m$) və triqonal quruluşlu FeIn₂Se₄ (fəza qrupu R3m)-ün 1:1 münasibətindən alınmışdır. Rentqenoqrafik metodla analiz nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, FeGaInSe₄ kristal qəfəs parametrləri $a = 0,39290(1)$ nm və $c = 3,8542(6)$ nm olan triqonal sinqoniyaya (fəza qrupu R3m) kristallaşır [16]. Elektrik tutumunu ölçmək üçün qalınlığı $\sim 0,1$ mm olan FeGaInSe₄ kristal lövhələrə gümüş pastası vuraraq kondensatorlar hazırlanmış və ölçülmələr E7-20 ($25 \div 10^6$ Hz) rəqəmli immetans ölçü cihazından istifadə etməklə aparılmışdır. Kristallar $293 \div 400$ K temperatur intervalında tənzimləmə bilən kriostatda yerləşdirilmişdir. Temperatur ölçmələrinin dəqiqliyi $\pm 0,5$ K təşkil edir. Nümunəyə 1 V gərginlik verilmişdir.

Dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsi $\epsilon' = C/d \cdot \epsilon_0 S$, xəyali hissəsi isə $\epsilon'' = \tan \delta \cdot \epsilon'$ ifadələrindən hesablanmışdır.

Şəkil 1-də FeGaInSe₄ üçün 294 K temperaturda dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsinin tez-

likdən asılılıq qrafiki verilmişdir. Buradan görünür ki, $2 \cdot 10^4 \div 10^5$ Hz tezlik oblastında tezlik artdıqca ϵ' yavaş-yavaş azalır. $10^5 \div 10^6$ Hz tezlik intevalında isə tezlik yüksəldikcə ϵ' sürətlə azalır.



Şəkil 1

FeGaInSe₄ kristalının 294K temperaturda dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsinin elektrik sahəsinin tezliyindən asılılığı.

Yarımkeçiricilərdə defektlər arasında yüklərin baş verən sıçrayış mübadiləsi zamanı dielektrik nüfuzluğunun özünü necə aparmasına nəzəri olaraq [17] işində baxılmışdır. Xüsusilə defektlərində yüksək konsentrasiyaya malik olan yarımkeçiricilər üçün dielektrik nüfuzluğunun elektrik sahəsinin tezliyindən asılılığı aşağıdakı kimi ifadə olunur [17]

$$\epsilon'(f) \sim f^{-(\beta+2)}, \quad (1)$$

burada $(\beta + 2) = -\gamma$.

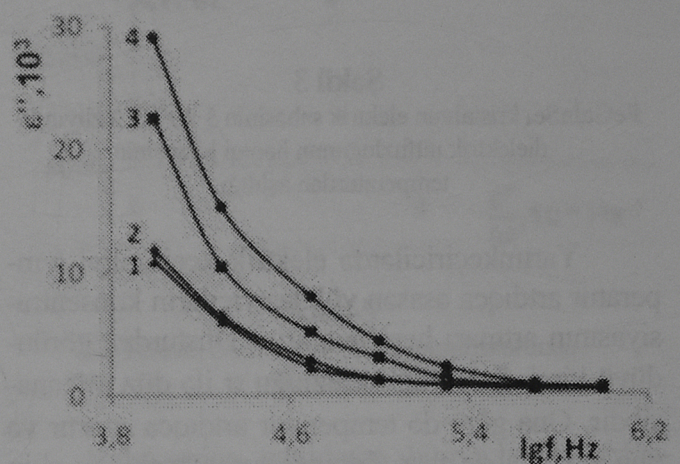
Eyni zamanda defektlərin yaşama müddətinə görə paylanması

$$n(\tau) \sim \tau^\beta \quad (2)$$

qanununa tabe olur. Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, dərin mərkəzlərdə yüksək konsentrasiyası olan yarımkeçiricilərdə dielektrik sabitinin dispersiyası müşahidə edilməlidir. (1) ifadəsindən gördüyü kimi $\beta > -2$ olduqda normal dispersiya və $\beta < -2$ olduqda anomal dispersiya müşahidə edilməlidir ($\beta = -2$ olduqda dispersiya baş vermir). β və γ -nin qiymətlərini $\epsilon'(f)$ təcrübi asılılığından müəyyən etmək olar. Şəkil 1-dən görünür ki, $2 \cdot 10^5 \div 10^6$ Hz tezlik intevalında $\lg \epsilon' \sim \lg f$ asılılığı demək olar ki,

bir meyl ilə xarakterizə olunur. Bu meylədən $\gamma = -0,25$ qiyməti tapılmışdır. Bu halda $\beta = -1,75$ olduğundan FeGaInSe₄ kristalında $2 \cdot 10^5 \div 10^6$ Hz tezlik oblastında normal dispersiya baş verir və yaşama müddətinə görə defektlərin paylanması $n(\tau) \sim \tau^{-1,75}$ qanununa tabe olur.

Şəkil 2-də FeGaInSe₄ kristalı üçün 294÷343K temperatur intervalında dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsinin (ϵ'') tezlikdən asılılıq qrafiki təsvir edilmişdir. Şəkildən görünür ki, tədqiq olunan temperaturalarda $10^4 \div 10^5$ Hz tezlik intervalında dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsi tezliklə tərs mütənasib olaraq azalır.



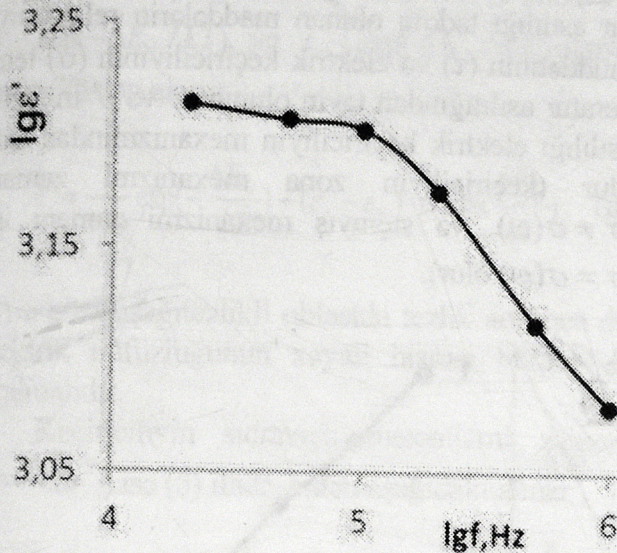
Şəkil 2

FeGaInSe₄ kristalının müxtəlif temperaturalarda dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsinin elektrik sahəsinin tezliyindən asılılığı T(K):
1 - 294, 2 - 313, 3 - 323, 4 - 343.

Şəkil 3-də FeGaInSe₄ kristalında $5 \cdot 10^5$ Hz tezlikdə dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsinin temperaturdan asılılıq qrafiki təsvir edilmişdir. 294÷343K temperatur intervalında və $5 \cdot 10^5$ Hz tezlikdə dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsinin qiyməti 1310÷1440 həddində dəyişir. Şəkildən görünür ki, $\lg \epsilon' \sim 10^3 / T$ asılılığı müxtəlif meyllə malik iki düz xətdən ibarətdir və temperatur yüksəldikcə ϵ' -in artımı müşahidə edilir. Məlumdur ki, dielektrik və yarımkeçiricinin elektrik keçiriciliyi yüksək olarsa paralel dövrə ilə birləşən zaman ϵ' aşağıdakı düsturla xarakterizə olunur [18]

$$\epsilon' = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \omega t g \delta}, \quad (3)$$

likdən asılılıq qrafiki verilmişdir. Buradan görünür ki, $2 \cdot 10^4 \div 10^5$ Hz tezlik oblastında tezlik artdıqca ϵ' yavaş-yavaş azalır. $10^5 \div 10^6$ Hz tezlik intervalında isə tezlik yüksəldikcə ϵ' sürətlə azalır.



Şəkil 1

FeGaInSe₄ kristalının 294K temperaturda dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsinin elektrik sahəsinin tezliyindən asılılığı.

Yarımkəçiricilərdə defektlər arasında yüklərin baş verən sıçrayış mübadiləsi zamanı dielektrik nüfuzluğunun özünü necə aparmasına nəzəri olaraq [17] işində baxılmışdır. Xüsusilə defektlərində yüksək konsentrasiyaya malik olan yarımkəçiricilər üçün dielektrik nüfuzluğunun elektrik sahəsinin tezliyindən asılılığı aşağıdakı kimi ifadə olunur [17]

$$\epsilon'(f) \sim f^{-(\beta+2)}, \quad (1)$$

burada $(\beta + 2) = -\gamma$.

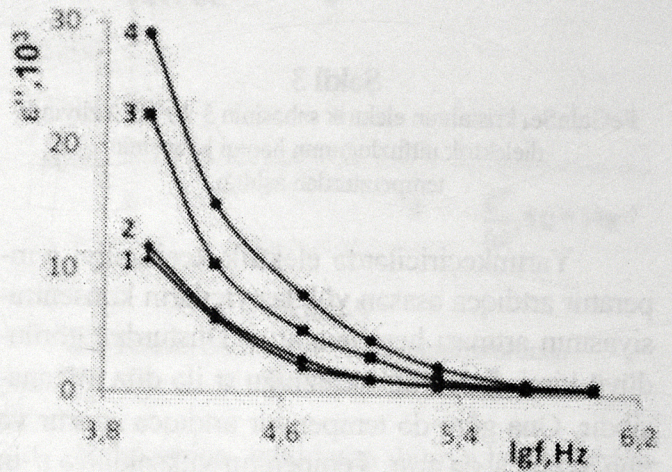
Eyni zamanda defektlərin yaşama müddətinə görə paylanması

$$n(\tau) \sim \tau^\beta \quad (2)$$

qanununa tabe olur. Buradan belə nəticəyə gəlmək olar ki, dərin mərkəzlərdə yüksək konsentrasiyası olan yarımkəçiricilərdə dielektrik sabitinin dispersiyası müşahidə edilməlidir. (1) ifadəsindən göründüyü kimi $\beta > -2$ olduqda normal dispersiya və $\beta < -2$ olduqda anomal dispersiya müşahidə edilməlidir ($\beta = -2$ olduqda dispersiya baş vermir). β və γ -nin qiymətlərini $\epsilon'(f)$ təcrübi asılılığından müəyyən etmək olar. Şəkil 1-dən görünür ki, $2 \cdot 10^5 \div 10^6$ Hz tezlik intervalında $\lg \epsilon' \sim \lg f$ asılılığı demək olar ki,

bir meyl ilə xarakterizə olunur. Bu meylədən $\gamma = -0,25$ qiyməti tapılmışdır. Bu halda $\beta = -1,75$ olduğundan FeGaInSe₄ kristalında $2 \cdot 10^5 \div 10^6$ Hz tezlik oblastında normal dispersiya baş verir və yaşama müddətinə görə defektlərin paylanması $n(\tau) \sim \tau^{-1,75}$ qanununa tabe olur.

Şəkil 2-də FeGaInSe₄ kristalı üçün 294÷343K temperatur intervalında dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsinin (ϵ'') tezlikdən asılılıq qrafiki təsvir edilmişdir. Şəkildən görünür ki, tədqiq olunan temperaturlarda $10^4 \div 10^5$ Hz tezlik intervalında dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsi tezliklə tərs mütənasib olaraq azalır.



Şəkil 2

FeGaInSe₄ kristalının müxtəlif temperaturlarda dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsinin elektrik sahəsinin tezliyindən asılılığı T(K):
1 - 294, 2 - 313, 3 - 323, 4 - 343.

Şəkil 3-də FeGaInSe₄ kristalında $5 \cdot 10^5$ Hz tezlikdə dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsinin temperaturdan asılılıq qrafiki təsvir edilmişdir. 294÷343K temperatur intervalında və $5 \cdot 10^5$ Hz tezlikdə dielektrik nüfuzluğunun həqiqi hissəsinin qiyməti 1310÷1440 həddində dəyişir. Şəkildən görünür ki, $\lg \epsilon' \sim 10^3 / T$ asılılığı müxtəlif meyllə malik iki düz xətdən ibarətdir və temperatur yüksəldikcə ϵ' -in artımı müşahidə edilir. Məlumdur ki, dielektrik və yarımkəçiricinin elektrik keçiriciliyi yüksək olarsa paralel dövrə ilə birləşən zaman ϵ' aşağıdakı düsturla xarakterizə olunur [18]

$$\epsilon' = \frac{\sigma}{\epsilon_0 \omega \operatorname{tg} \delta}, \quad (3)$$

Məlumdur ki, ε'' özündə σ və τ -nı ifadə edir. Tədqiq olunan maddə FeGaInSe₄ üçün bu kəmiyyətlər temperaturdan və σ həmçinin tezlikdən asılıdır. Əgər aktiv keçiricilikdə üstün rolu zona mexanizmi oynayarsa, yəni $\sigma \neq \sigma(\omega)$, $\sigma \sim \exp(-\Delta E_{\sigma} / kT)$ və $\tau \sim \exp(\Delta E_{\mu} / kT)$ olarsa, onda (7)-dən alırıq

$$\varepsilon'' \approx \frac{1}{\varepsilon_0 \omega} \exp\left(-\frac{\Delta E_{\sigma}}{kT}\right) + (\varepsilon_s - \varepsilon_{\infty}) \cdot \omega \exp\left(\frac{\Delta E_{\mu}}{kT}\right), \quad (8)$$

(8)-ə görə aşağıtezlikli oblastda tezlik artdıqca dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsi bütünlüklə azalmalıdır.

Keçiriciliyin sıçrayışlı mexanizmi zamanı ($\sigma \sim \omega^S$) isə (5) ifadəsindən aşağıdakı alınır

$$\varepsilon'' \approx \frac{1}{\varepsilon_0 \omega^{1-S}} \exp\left(-\frac{\Delta E_{\sigma}}{kT}\right) + \tau_0 (\varepsilon_s - \varepsilon_{\infty}) \omega \exp\left(\frac{\Delta E_{\mu}}{kT}\right), \quad (9)$$

buradan görünür ki, aşağıtezlikli oblastda keçirici dielektrikin və ya pis keçirən yarımkəçiricinin ε'' -in temperatur və tezlik asılılıqları keçiriciliyin zona və sıçrayış mexanizmi halında bir-birinə oxşayır.

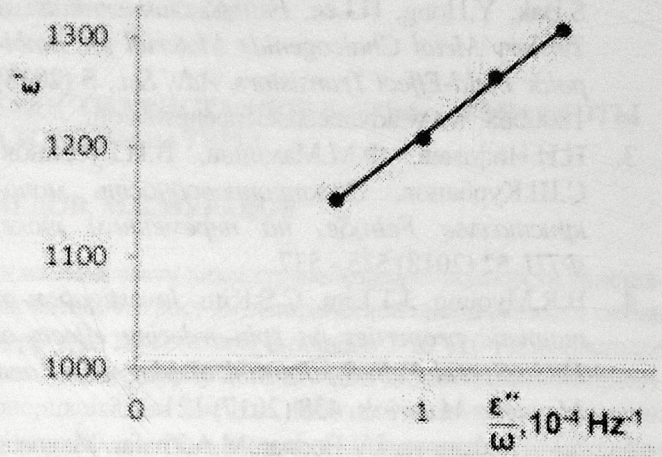
FeGaInSe₄ kristalının elektrik keçiriciliyinin dəyişən elektrik sahəsində tədqiqi nəticəsində müəyyən edilmişdir ki, bu birləşmədə elektrik keçiriciliyi qarışıq, yəni zona və sıçrayış mexanizmi ilə əlaqədardır [19]. Dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsinin dəyişən cərəyanın tezliyindən asılılıqlarının tədqiqi nəticəsində aşkara çıxarılmışdır ki, aşağı tezliklərdə tezlik artdıqca ε'' -in bütünlüklə azalması baş verir (Şəkil 2).

Debay tənliklərinin təqribiliyinə baxmayaraq onlardan relaksasiya müddətinin qiymətini hesablamaq olar. (6) və (7)-dən sadə çevrilmələr aparmaqla alınır

$$\varepsilon' = \varepsilon_{\infty} + \frac{1}{\tau} \cdot \frac{\varepsilon''}{\omega}. \quad (10)$$

(10) ifadəsindən görünür ki, ε_{∞} yüksək tezlikli dielektrik nüfuzluğunun qiymətini və τ relaksasiya müddətini $\varepsilon' = f(\varepsilon''/\omega)$ asılılığından alınan düz

xəttin ordinat oxu ilə kəsişməsindən və bu düz xəttin tangens bucağından təyin etmək olar. 294K temperaturda $\varepsilon' = f(\varepsilon''/\omega)$ təcrübi asılılığı FeGaInSe₄ kristalı üçün Şəkil 5-də göstərilmişdir. Şəkildən görünür ki, $\varepsilon' = f(\varepsilon''/\omega)$ asılılığında bütövlükdə xəttlik müşahidə olunur. Bu asılılıqdan ε_{∞} və τ -nın qiymətləri hesablanmış və $\varepsilon_{\infty} = 1020$, $\tau = 5 \cdot 10^{-7}$ san.



Şəkil 5

FeGaInSe₄ kristalının 294K temperaturunda $\varepsilon' \sim f(\varepsilon''/\omega)$ asılılığı.

Relaksasiya müddətini bilməklə bu birləşmədə polyarizasiya mexanizmi haqqında fikir söyləmək olar. Məlumdur ki, istilik hərəkəti ilə şərtlənən elektron polyarizasiyası zamanı relaksasiya müddəti $10^{-2} \div 10^{-7}$ saniyəyə bərabərdir. FeGaInSe₄ kristalında polyarizasiya zamanı alınan relaksasiya müddəti $5 \cdot 10^{-7}$ san. qiymətini alır və bu istilik hərəkəti ilə şərtlənən elektron polyarizasiyasına uyğun gəlir. Belə polyarizasiya mexanizmi bərk dielektriklər üçün xarakterikdir [18].

Beləliklə, işdə FeGaInSe₄ kristalının müxtəlif temperatur və tezliklərdə dielektrik nüfuzluğunun həqiqi və xəyali hissəsi tədqiq edilmişdir. Müəyyən edilmişdir ki, temperatur yüksəldikcə dielektrik nüfuzluğunun artması əsasən yükdaşıyıcıların konsentrasiyasının artması ilə bağlıdır. FeGaInSe₄ kristalında $2 \cdot 10^5 \div 10^6$ Hz tezlik oblastında normal dispersiya baş verir. Tədqiq olunan temperaturlarda FeGaInSe₄ kristalının dielektrik nüfuzluğunun xəyali hissəsi tezliklə tərs mütənəşib olaraq azalır. Bu kristal üçün aktivləşmə enerjisi hesablanmış və $\Delta E_1 = 0,061 \div 0,021$ eV və $\Delta E_2 = 0,30 \div 0,099$ eV qiymətləri tapılmışdır.

FeGaInSe₄ kristalında relaksasiya müddəti hesablanmış və istilik hərəkəti ilə şərtlənən elekt-

ron polyarizasiya mexanizminin olması müəyyən edilmişdir.

1. Y.Hwang, J.Choi, Y.Ha, S.Cho, H.Park. *Electronic and optical properties of layered chalcogenide FeIn₂Se₄*, *Current Applied Physics*, **20** (2020) 212-218.
2. H.Kim, A.P.Tiwari, E.Hwang, Y.Cho, H.Hwang, S.Bak, Y.Hong, H.Lee. *FeIn₂S₄ Nanocrystals: A Ternary Metal Chalcogenide Material for Ambipolar Field-Effect Transistors*, *Adv. Sci.*, **5** (2018) 1800068, www.advancedsciencenews.com.
3. Н.Н.Нифтиев, Ф.М.Мамедов, В.И.Гусейнов, С.Ш.Курбанов. *Электропроводность монокристаллов FeIn₂Se₄ на переменном токе*, *ФТП*, **52** (2018) 535 - 537.
4. B.R.Myoung, J.T.Lim, C.S.Kim. *Investigation of magnetic properties on spin-ordering effects of FeGa₂S₄ and FeIn₂S₄*, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, **438** (2017) 121-125.
5. S.V.Trukhanova, I.V.Bodnar, M.A.Zhafar. *Magnetic and electrical properties of (FeIn₂S₄)_{1-x}(CuIn₂S₈)_x solid solutions*, *Journal of Magnetism and Magnetic Materials*, **379** (2015) 22-27.
6. C.Rincóna, T.E.Torresbde, V.Sagredo, S.J.Jiménez-Sandovalc, E.Mares-Jacintoc. *The fundamental absorption edge in MnIn₂Se₄ layer semi-magnetic semiconductor*, *Physica B: Condensed Matter*, **477** (2015) 123-128.
7. Н.Н.Нифтиев, О.Б.Тагиев, М.Б.Мурадов, Ф.М.Мамедов. *Электрические свойства FeIn₂S₄ на переменном токе*, *Журнал технической физики*, **82** (2012) 147-149.
8. И.В.Боднар, В.Ю.Рудь, Ю.В.Рудь. *Фоточувствительные структуры на монокристаллах MnIn₂S₄: создание и свойства*, *ФТП*, **43** (2009) 1549-1552.
9. И.В.Боднар, С.А.Павлюковец, В.Ю.Рудь, Ю.В.Рудь. *Выращивание монокристаллов FeIn₂S₄ и создание фоточувствительных структур на их основе*, *ФТП*, **43** (2009) 1553-1556.
10. И.В.Боднар, В.Ю.Рудь, Ю.В.Рудь, Е.И.Теруков. *Выращивание монокристаллов (In₂S₃)_x(FeIn₂S₄)_{1-x} и свойства фоточувствительных структур на их основе*, *ФТП*, **44** (2010) 39-43.
11. В.Ю.Рудь, Ю.В.Рудь, М.А.Осипова, И.В.Боднар. *Обнаружение твердых растворов (In₂S₃)_x(MnIn₂S₄)_{1-x} и создание фоточувствительных структур на их основе*, *ФТП*, **44** (2010) 48-52.
12. З.Д.Ковалюк, В.Н.Катеринчук, В.В.Нетяга, А.В.Заслонкин. *Гетеропереход на основе кристалла FeIn₂Se₄, полученного методом Бриджмена*, *Технология и конструирование в электронной аппаратуре*, **5** (2007) 43 - 45.
13. K.Rushchanskii, H.Haeuseler, D.Bercha. *Band structure calculations on the layered compounds FeGa₂S₄ and NiGa₂S₄*, *J. of physics and chemistry of solids*, **63** (2008) 2019-2028.
14. M.Quintero, M.Morocoima, E.Guerrero, J.Ruiz. *Temperature variation of lattice parameters and thermal expansion coefficients of the compound MnGa₂Se₄*, *Physica status solidi (a)*, **146** (2006) 587-593.
15. R.Sharma, A.Rastogi, S.Kohli and et al. *Growth phasses in the formation of semiconducting manganese indium sulphide thin film and their effect on the optical absorption*, *Physica B*, **351** (2004) 45-52.
16. Ф.М.Мамедов, С.З.Имамалиева, И.Р.Амирасланов, М.Б.Бабанлы. *Фазовая диаграмма системы FeGa₂Se₄-FeIn₂Se₄ и кристаллическая структура FeGaInSe₄*, *Конденсированные среды межфазные границы*, **20** (2018) 604-610.
17. П.В.Жуковский, Я.Партыка, П.Венгерэк, Ю.Шостак, Ю.Сидоренко, А.Родзик. *Диэлектрические свойства соединений Cd_{1-x}Fe_xSe*, *ФТП*, **34** (2000) 1174-1177.
18. Ю.М.Поплавко. *Физика диэлектриков*, *Высшая школа*, (1980) 400.
19. Н.Н.Нифтиев, Ф.М.Мамедов, М.Б.Мурадов. *Электропроводность FeGaInSe₄ на переменном токе*, *ФТП*, **54** (2020) 523-526.
20. П.Г.Орешкин. *Физика полупроводников и диэлектриков М.*, *Высшая школа*, (1977) 448.

DEPENDENCE OF DIELECTRIC CONSTANT OF FeGaInSe₄ CRYSTALS ON FREQUENCY OF ALTERNATING ELECTRIC CURRENTS AND TEMPERATURE

N.N.NIFTIYEV, F.M. MAMMADOV, M.B.MURADOV

The real and imaginary part of the dielectric constant of FeGaInSe₄ crystals at various temperatures and frequencies has been studied. It was found that the increase in dielectric constant was associated with an increase in the concentration of charge carriers with increasing temperatures. In the frequency range of $2 \cdot 10^5 \div 10^6$ Hz normal dispersion occurred in the FeGaInSe₄ crystal. The imaginary part of FeGaInSe₄ crystals decreased inversely proportionally with frequency at the temperatures under study. The activation energy for this crystals has been calculated and $\Delta E_1 = 0,061 \div 0,021$ eV and $\Delta E_2 = 0,30 \div 0,099$ eV values found. It was found that in this crystal there was an electronic polarization mechanism due to thermal motion.

ЗАВИСИМОСТЬ ДИЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ ПРОНИЦАЕМОСТИ КРИСТАЛЛОВ FeGaInSe₄ ОТ ЧАСТОТЫ ПЕРЕМЕННОГО ТОКА И ТЕМПЕРАТУРЫ

Н.Н.НИФТИЕВ, Ф.М.МАМЕДОВ, М.Б.МУРАДОВ

Приведены результаты исследования действительной и мнимой части диэлектрической проницаемости кристаллов FeGaInSe₄ при различных частотах и температурах. Установлено, что рост диэлектрической проницаемости связан с ростом концентрации носителей тока при возрастании температуры. В частотном интервале $2 \cdot 10^5 \div 10^6$ Гц в кристалле FeGaInSe₄ происходит нормальная дисперсия. При исследуемых температурах мнимая часть диэлектрической проницаемости кристаллов FeGaInSe₄ уменьшается обратно пропорционально частоте. Рассчитаны энергии активации $\Delta E_1 = 0,061 \div 0,021$ эВ и $\Delta E_2 = 0,30 \div 0,099$ эВ и время релаксации, установлено, что в этом кристалле имеет место механизм электронной поляризации, обусловленный тепловым движением.