

## LAZER ŞÜALARININ TƏSİRİ İLƏ InSe KRİSTALLARINDA QEYRİ-XƏTTİ OPTİK UDULMA HADİSƏSİ

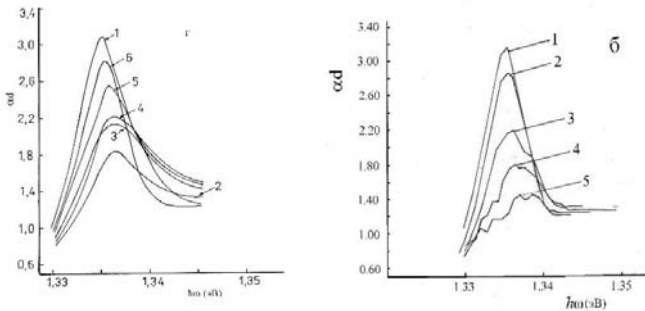
L.R.Əhmədzadə<sup>1</sup>, A.H.Kazımzadə  
Bakı Dövlət Universiteti

Məlumdur ki, güclü lazer şüalarının təsiri ilə yarımkeçiricilərdə qeyri-xətti optik hadisələr baş verir. InSe kristalları qeyri-xətti optik maddə kimi optoelektronikada geniş istifadə olunur. Təqdim olunan işdə lazer şüalarının təsiri ilə InSe kristallarının udma əmsalı təcrübə olaraq tədqiq edilmişdir.

InSe kristalları Bridjmen üsulu ilə alınmışdır. Nümunələrin qalınlığı (20-100) mikron, yükdaşıyıcıların yürlüklüyü və konsentrasiyası  $\mu_n \sim 1,2 \times 10^3 \text{ sm}^2/\text{V}\cdot\text{s}$  və  $n=7 \times 10^{14} \text{ sm}^{-3}$  tərtibində olmuşdur. İşıq mənbəyi olaraq YAG: ND<sup>3</sup> lazerindən ( $\hbar\omega = 1.17 \text{ eV}$ ) istifadə edilmişdir. Lazer şüalarının gücü  $10 \text{ MVt}/\text{sm}^2$ , impulsun müddəti isə 25 pikosaniyəyə bərabər olmuşdur. Ölçmələr ikişüalı spektroskopiya (pump-probe spectroscopy) üsulu ilə aparılmışdır. KDP kristalı vasitəsilə alınmış  $\hbar\omega = 2.34 \text{ eV}$  enerjisili güclü lazer şüaları InSe kristalında böyük konsentrasiyalı elektron-deşik cütü yaratmaq üçün istifadə edilmiş, dalğa uzunluğu (0.75 ÷ 1.5) mikron intervalında dəyişən zəif lazer şüaları isə monitorinq rolunu oynamışdır.

Şəkil 1,a-da görüldüyü kimi, enerjinin  $\hbar\omega = 1,336 \text{ eV}$  qiymətində eksiton udulması müşahidə (1 əyrisi) olunur. Lazer şüalarının intensivliyinin artması eksiton xəttinin kiçilməsinə və enləşməsinə səbəb olur (2-5 əyriləri).

Göründüyü kimi, hər iki impuls arasındakı zaman fərqi ( $\Delta t$ ) artması eksiton xəttinin genişlənməsi və kiçilməsinə səbəb olur. Eyni zamanda fundamental udma kənarı ilə eksiton xəttinin arasında yeni bir udma zolağı meydana gəlir.



**Şək. 1.** a) lazer şüalarının müxtəlif intensivliyində InSe kristalının optik udma spektrləri,  $I$  ( $\text{MVt}/\text{sm}^2$ ): 1-  $I=0$ , 2-0,1, 3-6, 4-8, 5-10 ( $t = 0$ ). Şəkil 1. b-də əsas həyəcanlaşma impulsu ilə monitorinq edici impulsun arasındakı zaman fərqi InSe kristalının optik udma spektrinə təsiri göstərilmişdir.

Lazer şüalarının təsiri ilə InSe kristallarında böyük konsentrasiyalı elektron-deşik cütü yaranır. Eksitonların böyük konsentrasiyasında onların arasındakı qarşılıqlı təsir nəticəsində eksiton udulması nəinki azalır, hətta tamamilə yox ola bilər. Bu hadisə o

<sup>1</sup> leman.ahmedzade12@gmail.com

zaman baş verir ki, eksitonların konsentrasiyası Mott konsentrasiyası deyilən kritik konsentrasiyadan böyük olsun:

$$n_{Mott} = \frac{\pi}{3} \left( \frac{1,46}{4a_{ex}} \frac{m_0}{m_e + m_h} \right)^3 \quad (1)$$

burada  $m_e=0.7m_0$ ,  $m_h=0.5m_0$  InSe kristalında uyğun olaraq elektron və deşiklərin effektiv kütlələri,  $a_{ex}= 3.7$  nm eksitonun Bor radiusudur. (1) düsturuna əsasən InSe kristallarında Mott kriteriyasının ödəlinməsi üçün  $n_{Mott} \sim 2,5 \times 10^{16} \text{ cm}^{-3}$  tərtibində olmalıdır. Ancaq hesablamalar göstərir ki, lazer şüalarının təsiri ilə InSe kristallarında yaranan yükdaşıyıcıların konsentrasiyası Mott kriteriyasında tələb olunan konsentrasiyadan  $\sim 3$  tərtib çoxdur.

Kulon potensialının sərbəst yüklərlə ekranlaşma uzunluğu aşağıdakı düsturla təyin edilir.

$$L = \hbar / 2(\pi/3)^{1/6} N^{-1/6} \frac{\epsilon^{1/2}}{em^{*1/2}} \quad (2)$$

burada  $\epsilon$ -kristalın dielektrik sabiti,  $m^*$ -effektiv kütlə,  $N$ -lazer şüalarının təsiri ilə kristalda generasiya olunan yükdaşıyıcıların konsentrasiyasıdır.

Hesablamalar göstərir ki, ekranlaşma uzunluğu  $L \sim 10A^\circ$ , InSe kristallarında eksitonun Bor radiusundan ( $a_{ex}= 37A^\circ$ ) kiçikdir.

Bizim fikrimizcə, fundamental udma kənarı ilə eksiton xəttinin arasında yeni bir udma zolağının meydana gəlməsi InSe kristallarında yüksək optik həyəcanlaşmada qadağan olunmuş zolağının eninin kiçilməsi ilə əlaqədardır [2]. Yükdaşıyıcıların konsentrasiyasının artması Fermi səviyyəsinin kəsilməz səviyyəyə keçməsinə səbəb olur. Bu da öz növbəsində monitoring rolunu oynayan şüalarının udma əmsalını artırır.

Beləliklə, InSe kristallarında lazer şüalarının təsiri ilə yüksək optik həyəcanlaşmada udma əmsalının dəyişməsi ilə yanaşı qadağan olunmuş zolağın eninə də dəyişə bilər.

### Ədəbiyyat

1. N.Peyghambarian, S.Koch. Introduction to semiconductor optiks New Jersey, 1993, p.325.
2. P. Vashista and R.K. Kalia. Phys. Rev.B 25, 1982, p. 6412.
3. В.Г. Лысенко, В.И. Ревенко. ФТТ 1978, т.20, вып. 7, с. 2144.