

PbBi₄Te₇ STRUKTURUNUN ELLİPSOMETRİYADA ARAŞDIRILMIŞ OPTİK XÜSUSİYYƏTLƏRİNİN MODELLEŞDİRİLMƏSİ VƏ ZOLAQARASI İCAZƏLİ KEÇİDLƏR

XALİD HİDİYEV

Azərbaycan Milli Elmlər Akademiyasının Fizika İnstitutu
AZ-1143, Bakı, H.Cavid prospekti 131
e-mail: Hidiyev@gmail.com

PbBi₄Te₇ strukturu termoelektrik [1] və aşkarlanmış topoloji xassələrinə görə elmi ictimaiyyətin marağındadır. Bu iş çərçivəsində PbBi₄Te₇ nümunəsinin optik xassələri spektroskopik ellipsometriya vasitəsi ilə model qurularaq tədqiq olunmuşdur. Bundan əlavə valent elektronlar və ya yüksək enerjili keçidlərlə əlaqəli plazma müşahidəsi qeyd olunmuşdur.

Açar sözlər: spektroskopik ellipsometriya, PbBi₄Te₇, icazəli zona keçidləri

PACS: 78.20.Ci

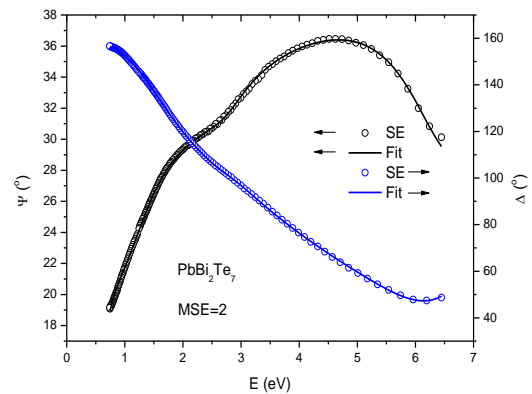
1. GİRİŞ

Bu termoelektrik strukturda gizlənmiş topoloji səviyyələrin müşahidəsi böyük marağa səbəb olmuşdur [2]. Pb əsaslı topoloji izolyatorlarda (TI) PbBi₄Te₇-də Bi₂Te₃-ə bənzər beşqatlı blok altında fiziki olaraq qorunan topoloji səth fotoemissiya spektroskopiyaya (ARPES) vasitəsi ilə aşkar edilmişdir. Bundan əlavə, gizli topoloji səth vəziyyətlərinin spin-qütbləşməsinin qorunub saxlanması ARPES müşahidəsi ilə birbaşa təsdiqlənmişdir [2]. Bu tapıntı normal şəraitdə işləyən bilən TI-lar tərəfindən real spintronika cihazlarının həyata keçirilməsinə yol açır. Buna görə də, bu nümunələrin optik xassələrinin dərin tədqiqinə bu strukturun kvant əsaslı təbiyyətinin müşahidəsində böyük tələbat var.

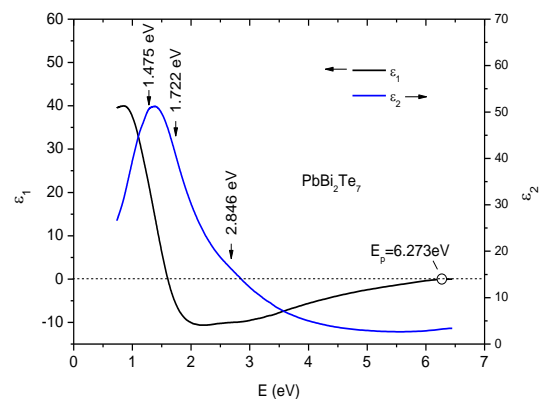
2. TƏCRÜBƏ VƏ NƏTİCƏ

PbBi₄Te₇ nümunələrinin tədqiqi zamanı onların optik xassələri spektroskopik ellipsometriyadan istifadə etməklə öyrənilmişdir. Ellipsometrik tədqiqatlar otaq temperaturunda J.AWoollam M2000 DI spektroskopik ellipsometrindən istifadə etməklə aparılmışdır. Məlumdur ki, dünya elmində dielektrik funksiyasının çıxarılması üçün qlobal standart kimi tanınan əsas metodologiya spektroskopik ellipsometriyadır. Əks olunan və ya ötürülən işığın intensivliyini ölçmək üçün tanınmış və uzun müddət istifadə edilən üsullardan fərqli olaraq, ellipsometrik yanaşma işığın polarizasiya vəziyyətindən istifadə edir.

Ölçmə 0.73 ilə 6.3 eV arasında olan foton enerjisi diapazonunda aparılmışdır. Dielektrik funksiyada ($\epsilon = \epsilon_1 + i\epsilon_2$), ellipsometrik ölçmələrdən çıxarılan dielektrik funksiyanın həqiqi (ϵ_1) və xəyali (ϵ_2) komponentləri bucaqdan asılı deyil və $E \perp C$ komponentinə uyğundur (E düşən işığın elektrik vektoru, C - optik oxdur) nəzərdən keçirilən biroxlular birləşmələrin keçiricilik tenzoru. Ölçmə üçün işığın düşmə bucaqları 1° addım ilə 50° - 75° bucaq diapazonunda aparılmışdır. Alınan dielektrik funksiyanın ölçüləri bucaqdan praktiki olaraq asılı deyildir.



Şəkil 1. PbBi₄Te₇ nümunələrinin spektroskopik ellipsometriya vasitəsilə ψ və Δ bucaqlarının təcrübi (dəirəvi simvollar) və model (xətli) asılılıqları.



Şəkil 2. PbBi₄Te₇ üçün dielektrik funksiyanın həqiqi və xəyali hissələrinin foton enerjisindən asılılığı.

Drude-Lorentz ossilyator modeli kimi tanınan Lorentz ossilyator modeli elektronun idarə olunan sönən harmonik ossilyator kimi modelləşdirilməsini nəzərdə tutur. Orta kvadratik səhv (MSE) parametri eksperimental nəticələr və modelin nə qədər yaxşı uzlaşmasını göstərir. Qurulan model üçün MSE=2. Məlumdur ki, ellipsometriyada model o vaxt adekvat sayılır ki, onun MSE parametri 20-dən aşağı olsun. Şəkil 1-də

PbBi₄Te₇ göstərilmiş modelin qrafik olaraq nə qədər yaxşı uzlaşmasını müşahidə etmək olar.

Şəkil 2- də göstərilən diaqramda dielektrik funksiyanın həqiqi və xəyali hissələri təsvir olunmuşdur. Modelləşdirilmənin nəticəsində bir sıra zonalarası icazəli keçidlər təyin olunub və bunlar $E_1=1.475$ eV, $E_2=1.722$ eV və $E_3=2.846$ eV optik keçidlərə uyğundur. Daha ətraflı araşdırma üçün kritik nöqtələri təhlil edib

və əldə edilmiş nəticələri PbBi₄Te₇-in zona quruluşu ilə əlaqələndirmək lazımdır. Təqdim olunan işdə bu təhlil nəzərdə tutulmayıb. Enerjinin 6.273 eV və ondan aşağı qiymətlərində dielektrik funksiyasının həqiqi hissəsi (şəkil 2) mənfi olur, bu da yüksək enerjili valent elektronlar və ya yüksək enerjili keçidlərlə bağlı plazma həyəcanlanması ilə əlaqəli ola bilər.

[1] Changhoon Lee et al 2018 *AIP Advances* 8115213

[2] Okuda Taichi et al 2013 *Phys. Rev. Lett.* 111206803