

## PUSLAIDININKIŲ OPTINIŲ SAVYBIŲ TYRIMAS

- DARBO TIKSLAS**
1. Susipažinti su puslaidininkių optinių parametrų priklausomybe nuo krintančios šviesos kvantų energijos ir eksperimentine tų parametrų nustatymo metodika.
  2. Išmatuoti atspindžio ir absorbcijos koeficientų bei pralaidumo priklausomybę nuo bangos ilgio, apskaičiuoti lūžio rodiklį bei draustinės juostos plotį.
  3. Nustatyti optinių šuolių tipą.

### TEORINIS ĮVADAS

Puslaidininkiai, kaip ir visi kietieji kūnai, yra sudaryti suartėjus atskiriems atomams, kurių dalis elektroninio apvalkalo sąveikauja, todėl tuose energijų intervaluose elektronas gali keisti savo energiją kvazitolygiai. Gilesnių sluoksnių elektronai nesąveikauja, todėl toje srityje jie gali turėti labiau apibrėžtas energijos vertes. Toks būsenų pasiskirstymas sąlygoja ir sąveiką su elektromagnetine banga. Didelių energijų fotonai sugeriami, kai elektronai iš giliųjų sluoksnių yra permetami į laisvas būsenas. Tai siauros absorbcijos linijos. Mažėjant kvanto energijai, gali būti sužadinami vis negilesnių sluoksnių elektronai. Kai nėra energetinių lygmenų, atitinkančių kvanto energiją, gali vykti tiesioginė elektronų sąveika su elektromagnetine banga.

Priklausomai nuo reiškinių, vykstančių medžiagoje absorbuojant šviesą, pobūdžio, galimi tokie šviesos absorbcijos mechanizmai: tiesioginė ir netiesioginė savoji absorbcija, gardelinė absorbcija, priemaišinė absorbcija, eksitoninė absorbcija ir kt.

Jei šviesos absorbcijos pasekoje turime tiesioginius šuolius (pastarieji vyksta tik fotono energijos sąskaita), tai turime tiesioginę absorbciją. Tokie šuoliai vyksta tiesiajuosčiuose puslaidininkiuose. Absorbcijos koeficientas  $\alpha$  bus proporcingas šviesos kvanto energijai  $1/2$  laipsniu:  $\alpha = B \cdot (h\nu - \Delta E)^{1/2}$ . Nubrėžę  $\alpha^2 = f(h\nu)$  tiesę ir pratęsę ją iki susikirtimo su  $E$  ašimi gausime  $\Delta E$  reikšmę.

Jei vyksta netiesioginiai šuoliai (absorbuojant fotoną lygiagrečiai absorbuojamas arba emituojamas fononas),  $\alpha^{1/2} = \frac{A \cdot (h\nu - \Delta E - E_p)}{e^{E_p/kT} - 1}$ .

Priemaišinės absorbcijos atveju  $\alpha = 8.3 \cdot 10^{-17} \frac{N}{m^* \cdot n \cdot h\nu}$ ,  $N$  - priemaišų koncentracija,  $n$  - lūžio rodiklis.

Laboratorinio darbo metu rasiu lempos, pralaidumo ir atspindžio spektrus ir nubrėžęs kreives  $\alpha^2 = f(h\nu)$  ir  $\alpha^{1/2} = f(h\nu)$  pagal tai, kuri iš jų artimesnė tiesei nustatau optinių šuolių tipą.

### PRIETAISAI

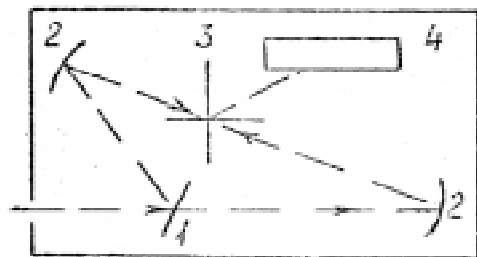
Bandinys -  $\text{CdS}_x\text{Se}_{1-x}$  plokštelė  $(1.05 \pm 0.05)\text{mm}$  storio.

Komutacinė dėžutė (du sferiniai veidrodžiai ir pasukamas veidrodėlis)

Fotodaugintuvas FEU-22

Monochromatorius

## MATAVIMO SCHEMA



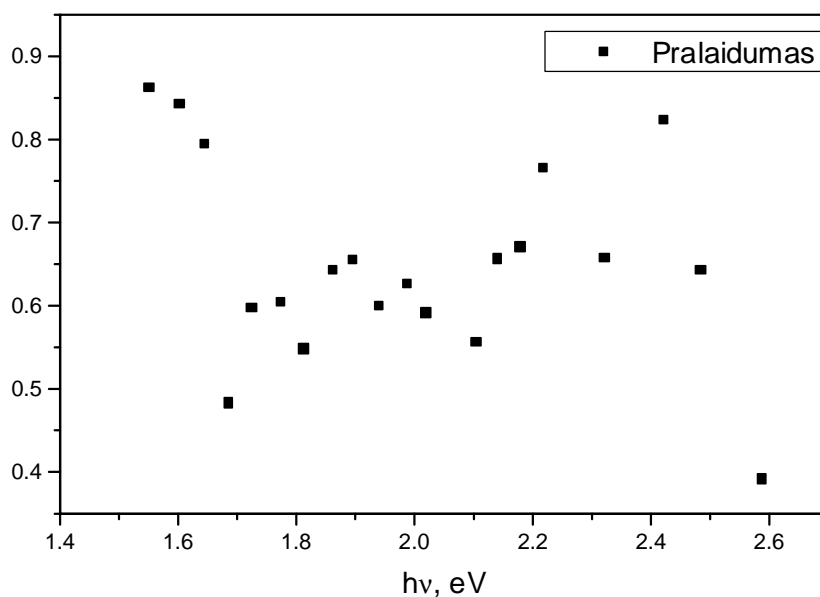
1 pav. Komutacinės dėžutės schema: 1- bandinys, 2- sferiniai veidrodžiai, 3- pasukamas veidrodėlis, 4- fotodaugintuvas.

## EKSPERIMENTO REZULTATAI

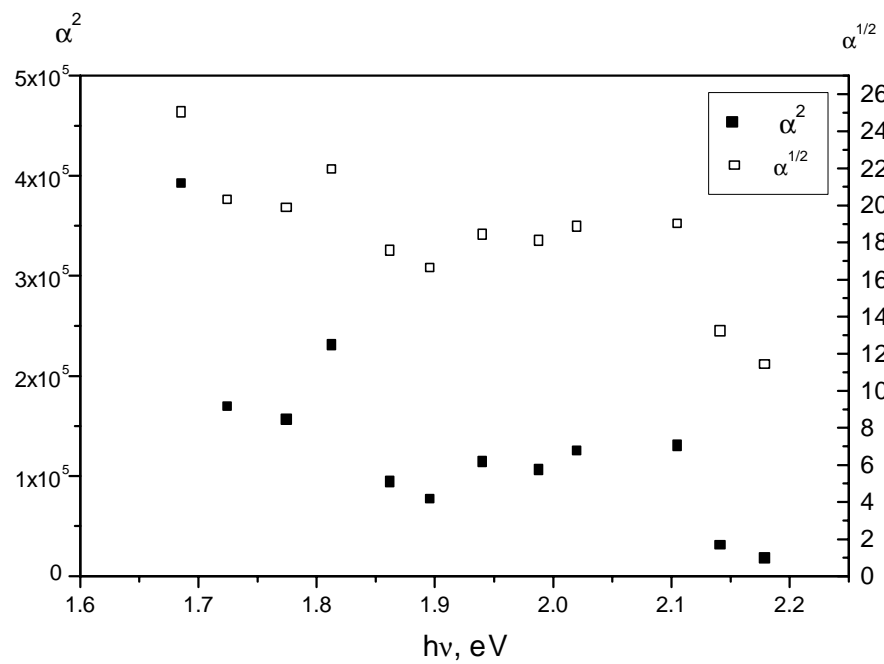
Jie pateikti 1 lentelėje ir 2-5 paveikslėliuose.

1 lentelė

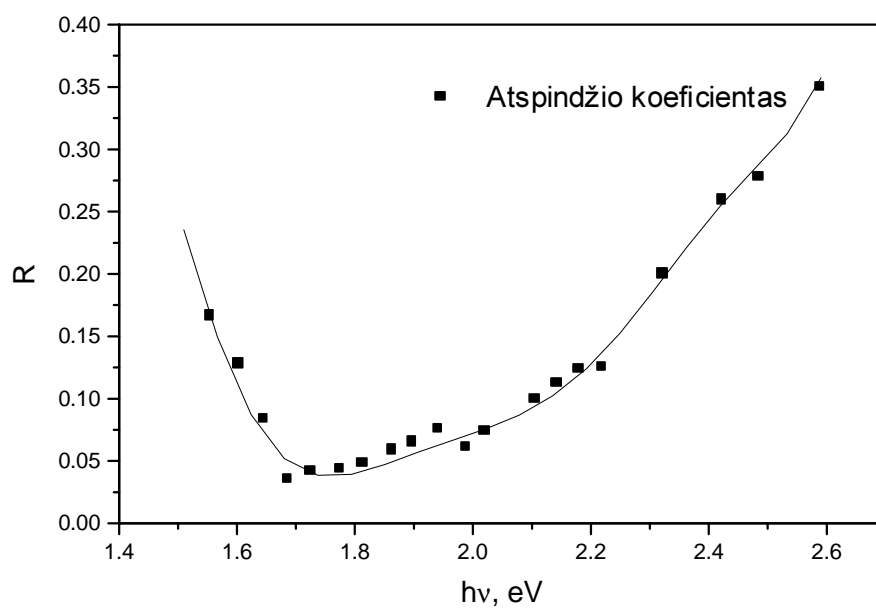
Padalos	Bangos ilgis	Kvantų energija	Lempos spektras	Atspindžio spektras	Atspindžio koef.	Lūžio rodiklis	Pralaidumo spektras	Pralaidumas	$\alpha$	$\alpha^2$	$\alpha^{1/2}$
$m_{\text{padalos}}$	$\lambda$ , nm	E, eV	$I_0$	$I_a$	R	n	I	$I_0/I$			
3100	800	1.55	3	0.5	0.167	2.380	3.1	0.861	-205		
3050	775	1.60	8.6	1.1	0.128	2.114	8.3	0.842	-96.5		
3000	755	1.65	30	2.5	0.083	1.812	26	0.794	53.4	2.85E3	7.31
2950	737	1.69	120	4.3	0.036	1.467	60	0.482	625	3.91E5	25.0
2900	720	1.73	180	7.5	0.042	1.513	112	0.596	411	1.69E5	20.3
2850	700	1.77	190	8.3	0.044	1.528	120	0.604	395	1.56E5	19.9
2800	685	1.81	160	7.7	0.048	1.562	92	0.547	480	2.3E5	21.9
2750	667	1.86	126	7.4	0.059	1.640	86	0.642	306	9.37E4	17.5
2700	655	1.90	100	6.5	0.065	1.684	70	0.654	276	7.6E4	16.6
2650	640	1.94	74	5.6	0.076	1.759	48	0.600	337	1.14E5	18.4
2600	625	1.99	60	3.7	0.062	1.661	40	0.626	326	1.06E5	18.0
2550	615	2.02	47	3.5	0.074	1.751	30	0.591	354	1.25E5	18.8
2450	590	2.11	30	3	0.100	1.925	18.5	0.555	360	1.3E5	19.0
2400	580	2.14	23	2.6	0.113	2.013	17	0.656	174	3.02E4	13.2
2350	570	2.18	17	2.1	0.124	2.084	13	0.670	130	1.69E4	11.4
2300	560	2.22	12	1.5	0.125	2.094	10.5	0.766	0		
2150	535	2.32	5	1	0.200	2.618	4.1	0.656	-23.5		
2000	513	2.42	2.7	0.7	0.259	3.075	3	0.823	-386		
1900	500	2.48	1.8	0.5	0.278	3.229	1.6	0.642	-198		
1700	480	2.59	1	0.35	0.350	3.897	0.6	0.390	76.2		



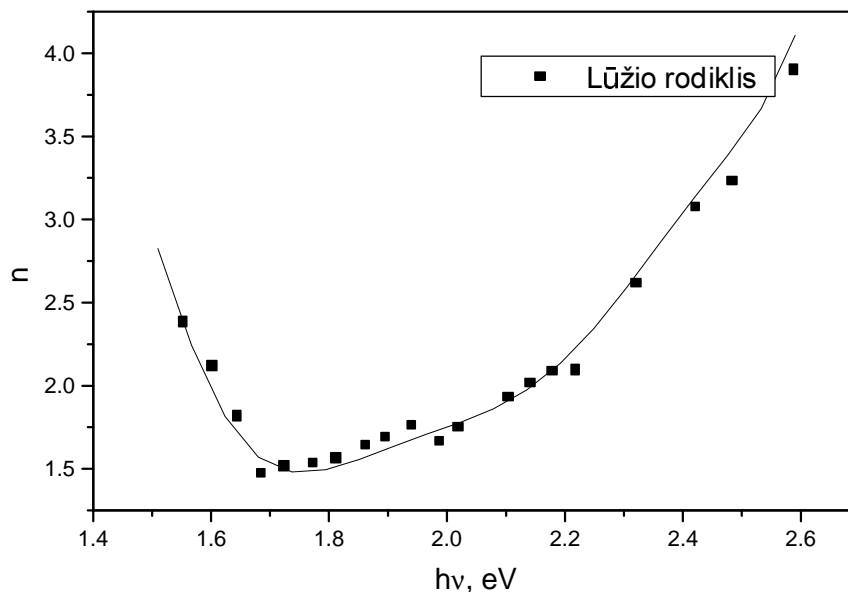
2 pav. Kristalo pralaidumo priklausomybė nuo fotono energijos



3 pav. Absorbcijos koeficiento priklausomybė nuo fotono energijos



4 pav. Atspindžio koeficiento priklausomybė nuo fotono energijos



5 pav. Lūžio rodiklio kitimas

### MATAVIMO TIKSLUMO ĮVERTINIMAS

Eksperimente dominavo atsitiktinės paklaidos, nes gautų duomenų tikslumas labai priklausė nuo mechaninio sistemos stabilumo. Nedidelis stovo judėjimas ar vibracijos pakeisdavo spindulio eigą ir į fotodaugintuvą patekdavo ne visas pluoštelis. Atspindžio koeficiento reikšmių išbarstymas yra apie 10%, o absorbcijos koeficiento – dar didesnis.

### IŠVADOS

Jei tiriamame puslaidininkio bandinėlyje būtų vyravus savoji absorbcija, tai tuomet absorbcijos koeficientas didėjant šviesos kvanto energijai turėtų didėti. Bet išmatuotose priklausomybėse matyti atvirkščias reiškiny – didėjant fotono energijai, absorbcija mažėja. Tai galėtų reikšti, kad matuotoje dažnių srityje šiame puslaidininkyje vyksta priemaišinė absorbcija, kas sunkiai įmanoma. Dėl to nepavyko nustatyti ir optinių šuolių tipo ir draustinės juostos pločio.

Atspindžio koeficientas yra minimalus bangoms, kurių bangos ilgis apie 670nm.

### LITERATŪRA

1. Darbo aprašymas
2. Практикум по полупроводникам и полупроводниковым приборам. Под редакцией К.В.Шалимовой, М.: «Высшая школа», 1968.