

## A<sup>III</sup>B<sup>V</sup> BOG’LANSH TURIDAGI YARIMO’TKAZGICHLAR VA SHU TURDAGI QOTISHMALAR

*G’aniyeva Adolat Komilboy qizi*  
*Namangan davlat universiteti,*  
*2-bosqich fizika yo’nalishi magistranti*

### **Annotatsiya**

Maqolada yarimo’tkazgichlar va ularga xos bo’lgan fizik xususiyatlar keltirilgan bo’lib, unda A<sup>III</sup>B<sup>V</sup> birikmalari, Yarimo’tkazgichlarda elektr o’tkazuvchanlik va taqiqlangan zona kengligi xususida fikrlar yuritilgan. Maqola so’ngida amaliy tajriba natijalari keltirilgan.

**Kalit so’zlar:** yarimo’tkazgichlar, yarimo’tkazgich materiallar, A<sup>III</sup>B<sup>V</sup> birikmalari kattaliklar, yarimo’tkazgichlarda elektr o’tkazuvchanlik, eng muhim yarimo’tkazgichlarning xossalari asbobsozlik, radiotexnika, dielektriklar, qarshiliklar.

### **Annotation**

The article deals with semiconductors and their physical properties, A<sup>III</sup>B<sup>V</sup> compounds, electrical conductivity and bandgap in semiconductors. The results of the practical experience are given at the end of the article.

**Key words:** semiconductors, semiconductor materials, A<sup>III</sup>B<sup>V</sup> compounds sizes, electrical conductivity in semiconductors, radio engineering, dielectrics, resistances.

### **Аннотация**

В статье рассматриваются полупроводники и их физические свойства, соединения A<sup>III</sup>B<sup>V</sup>, электропроводность и ширина запрещенной зоны в полупроводниках. Результаты практического опыта приведены в конце статьи.

**Ключевые слова:** полупроводники, полупроводниковые материалы, размеры соединений A<sup>III</sup>B<sup>V</sup>, электропроводность в полупроводниках, радиотехника, диэлектрики, сопротивления.

Yarimo’tkazgich materiallar element tarkibi bo’yicha 5 guruhga bo’linadi.

1. Elementar yarimo’tkazgichlar;
2. A<sup>III</sup>B<sup>V</sup> yarimo’tkazgich birikmalar;
3. A<sup>II</sup>B<sup>VI</sup> yarimo’tkazgich birikmalar;
4. A<sup>IV</sup>B<sup>IV</sup> yarimo’tkazgich materiallar;
5. VMurakkab yarimo’tkazgich materiallar

Amalda barcha elementar yarimo’tkazgichlar va ko’pchilik A<sup>III</sup>B<sup>V</sup> va A<sup>II</sup>B<sup>VI</sup> yarimo’tkazgich birikmalar, shuningdek murakkab yarimo’tkazgich materiallar olmos

yoki rux obmankasi tipidagi kristall tuzilishga ega bo‘lib, ular – tetraedr fazalariga tegishli, bu erda har bir atom mos kelgan tetraedr balandliklarida joylashgan to‘rtta ekvivalent masofaga yaqin qo‘shnilar bilano‘rab olingan. Ikkita yaqin qo‘shni atomlar o‘rtasidagi bog‘lanish qarama- qarshi spinga ega bo‘lgan elektronlar bilan amalga oshiriladi. Shuning uchunelementar yarimo‘tkazgichlarda kimyoviy bog‘lanish 100% kovalentli bo‘ladi, A<sup>III</sup> B<sup>V</sup> birikmalarda bog‘lanish ionli - kovalent ko‘rinishga ega. A<sup>III</sup> B<sup>V</sup> birikmalarda ionli bog‘lanish ulushi oshadi.

Yarimo‘tkazgichlarning asosiy fundamental parametri bo‘lib,  $Y_{e_d}$  taqiqlangan zona kengligihisoblanadi.  $Y_{e_d}$  kattaligi - kristall panjaraning kimyoviy bog‘lanishidagi qatnashadigan valent elektronni ozod qilish uchun zarur energiya bo‘lib, u material o‘tkazuvchanligini ta‘minlashda qatnashadi. Yarimo‘tkazgichlarda  $Y_{e_d}$  kattaligi asosan kristall panjarani hosil qiluvchi atomlarning valent elektronlari holati orqali aniqlanadi.

<i>Element</i>	<i>Elektron tuzilishi</i>	<i>E<sub>g</sub>, eV</i>
C	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>2</sup>	5,48
Si	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>2</sup>	1,17
+Ge	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>2</sup>	0,74
Sn	1s <sup>2</sup> 2s <sup>2</sup> 2p <sup>6</sup> 3s <sup>2</sup> 3p <sup>6</sup> 3d <sup>10</sup> 4s <sup>2</sup> 4p <sup>6</sup> 4d <sup>10</sup> 5s <sup>2</sup> 5p <sup>2</sup>	0,082

Bu elementlarning hammasi kovalent bog‘lanishli olmossimon kristall panjara hosil qilsa ham, lekin ularning atomlari elektron tuzilishidagi valent elektronlarning joylashishi, panjaradagi energiya bog‘lanishi,  $Y_{e_d}$  taqiqlangan zona kengligini kattaligi juda keskin farqlanishi mumkin. Bunday qonuniyat A<sup>III</sup>B<sup>V</sup>, A<sup>II</sup>B<sup>VI</sup> yarimo‘tkazgich birikmalarda va murakkab materiallarda ham o‘rinli bo‘ladi. Shuning uchun elementlarni birikmalarda kombinasiyalash natijasida (ya’ni, atomda valent elektronlarning har xil energetik holati)  $Y_{e_d}$  boshqariladigan yarimo‘tkazgich material olish mumkin. Bu material o‘zining fizik kattaliklariga ko‘ra olmosga juda yaqin bo‘ladi.

Yarimo‘tkazgichlarni shartli ravishda keng zonali, bunda  $Y_{e_d} \approx 2$  eV, normal bunda  $2 > Y_{e_d} > 0.6$  eV va qisqa zonali  $Y_{e_d} < 0.5$  eV kabi turlarga bo‘linadi. Aynan yarimo‘tkazgichlarning  $Y_{e_d}$  kattaligi mikroelektronikaning har xil foto va optoelektron asboblarni ishlab chiqarishda ularning funksional imkoniyatlarini aniqlaydi.

Yarimo'tkazgichlarda elektr o'tkazuvchanlikning ikki: elektron (n) va elektron-kovak (p) turi mavjud bo'lib, ular jismda p-n o'tishini vujudga keltiradi. Bunday jismlarga katta va kichik quvvatga ega turli xildagi elektr to'g'rilagichlar, kuchaytirgich va generatorlar misol bo'la oladi. Ulardan boshqariladigan turli hil moslamalarda keng miqyosda foydalaniladi. Amalda qo'llanilayotgan yarimo'tkazgichlar, asosan, odiy va murakkab xillarga bo'linadi. Yarimo'tkazgichlar turli ko'rinishdagi energiya (issiqlik, yorug'lik) ni elektr energiyasiga aylantirib beradi. Yarimo'tkazgichli o'tkazgichlarga misol tariqasida quyosh batareyasi va termoelektrik generatorlarni keltirish mumkin. Past o'zgarmas kuchlanishdagi rekombinatsiyali chaqnash nur uzatish manbai va hisoblash mashinalaridan axborot chaqirish qurilmalarida ishlatiladi.

Yarimo'tkazgichlarni isitkich asboblarda, radioaktivli nur indikatorlarda va magnit maydon kuchlanganligini o'lchashda foydalaniladi. Hozirgi davrda shishasimon va suyuq yarimo'tkazgichlar o'rganilmoqda. Oddiy yarimo'tkazgichlardan texnikada keng qo'llaniladiganlariga kremniy va germaniy kiradi. Murakkab yarimo'tkazgichlar Mendeleev davriy sistemasidagi turli gurux elementlari birikmasidan, masalan:  $A^{III} B^V$  (InSb, CaAs, Cap),  $A^{II} B^{VI}$  (CdS, ZnSe) elementlari birikmasidan, shuningdek, ba'zi oksidlar ( $Cu_2O$ ) dan iborat. Yarimo'tkazgichli kompozitsiyalarga (tirit, silit), sopol bilan birikkan kremniy karbidi (SiC) va grafitli yarimo'tkazgichlar misol bo'la oladi.

Yarimo'tkazgich ishlatilgan asbob uskunalarda xizmat muddatining yuqoriligi, hajm va og'irligiga nisbatan kichikligi, oddiy ishonchli ishlashi, iqtisodiy samaradorligi va boshqa sifatleri bilan ajralib turadi.

$A^{III} B^V$  birikmalari komponentlari vakuum yoki inert gaz muhitida o'zaro ta'sir ettirish yo'li orqali olinadi. Tozalangan birikmaning erish harorati uni tashkil etuvchi komponentlarning erish haroratidan yuqoriroq bo'ladi.

$A^{III} B^V$  birikmalari u yoki bu turdagi yarimo'tkazgich asboblarini tayyorlash uchun muxim material hisoblanadi. Bunday birikmalarga fosfatlar, arsenidlar va antimonidlar kiradi. Bularning ichida amalda eng ko'p qo'llaniladigani galliy arsenidi va fosfidi hamda indiy antimonididir.

Galliy arsenidi taqiqlangan zonasining kengligi 1,43 eV bo'lib, elektronlarning harakatchanligi Ge va Si nikidan yuqoriroq bo'ladi. Galliy arsenididagi kovaklarning harakatchanligi Si – dagi teshiklarning siljувchanligiga yaqin. Bu materialning akseptorlari sifatida rux, qadimiy, misdan foydalaniladi, donorlari sifatida esa S, selen, tellur va davriy sistemadagi VI gurux elementlari olinadi.

**Indiy antimonidi.** Elektronlarning harakatchanligi katta qiymatga ega bo‘lishi bilan bir qatorda, taqiqlangan zonasining kengligi (0,18 eV) nisbatan kichikroqdir. Ushbu materialning fotoo‘tkazuvchanligi spektr infraqizil qismining katta (8 mkm. gacha) sohasini qamrab oladi. Bunda fotoo‘tkazuvchanlikning eng yuqori qiymati 6,2 mkm to‘lqin uzunligiga to‘g‘ri keladi.

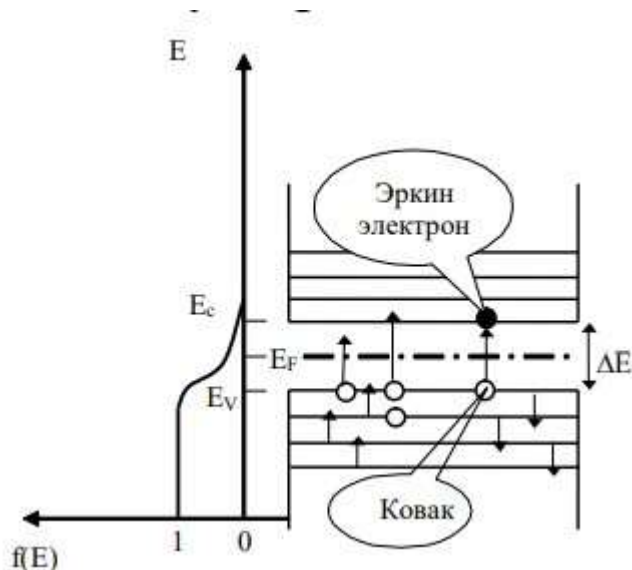
Indiy antimonididan o‘ta sezgir fotoelementlar optik filtr, termoelektrik generator va sovutkichlar tayyorlashda foydalaniladi.

**Galliy fosfidi:** taqiqlangan zonaning kengligi (2,3 eV) bilan ajralib turadi. Undan qizil yoki yashil nurlanuvchi diodlar tayyorlanadi. Bundan tashqari, Bor alyuminiy va galliy netridlari birikmalaridan ham nurlanuvchan diodlar ishlab chiqariladi. A<sup>III</sup> B<sup>VI</sup> birikmalari sulfidlar (PbS, Bi<sub>2</sub>S<sub>3</sub>, CdSe, CdS) fotorezistorlar tayyorlashda ishlatiladi. Ulardan lyuminafor sifatida ham foydalaniladi.

Yarimo‘tkazgich materiallar

Material	Element yoki birikma	Nomlanishi	Kristall tuzilishi	300K (Å) da panjara doimiysi
Element	C	Uglerod	D	3,56683
	Ge	Germaniy	D	5,64613
	Si	Kremniy	D	5,43095
	Sn	Olovo	D	6,48920
IV-IV	SiS	Kremniy karbidi	W	a=3,086; s=15,117
III-V	AlAs	Alyuminiy arsenidi	Z	5,6605
	AlP	Alyuminiy fosfidi	Z	5,4510
	AlSb	Alyuminiy antimonidi	Z	6,1355
	BN	Bor nitridi	Z	3,6150
	BP	Bora fosfidi	Z	4,5380
	GaAs	Galliy arsenidi	Z	5,6533
	GaN	Galliy nitridi	W	a=3,189; s=5,185
	GaP	Galliy fosfidi	Z	5,4512

Yarimo'tkazgichlar xususiy va aralashmali yarimo'tkazgich guruhlariga bo'linadi.  $T=0$  K da xususiy yarimo'tkazgichlarning valent zonasi elektronlar bilan butunlay to'lgan bo'ladi, bu holda yarimo'tkazgich sof dielektrik bo'ladi. Agar temperatura  $T \neq 0$  K bo'lsa, valent zonaning yuqori sathlaridagi bir qism elektronlar



o'tkazuvchanlik zonasining pastki sathlariga o'tadi (1-rasm). Bu holda elektr maydoni ta'sirida o'tkazuvchanlik zonasidagi elektronlarning xolati o'zgaradi. Bundan tashqari valent zonada hosil bo'lgan bo'sh joylar xisobiga ham elektronlar o'z tezligini o'zgartiradi. Natijada yarimo'tkazgichning elektr o'tkazuvchanligi noldan farqli bo'ladi, ya'ni sof yarimo'tkazgichda erkin elektron va teshik vujudga

keladi. Elektr maydon ta'sirida butun kristall bo'ylab elektronlar maydonga teskari yo'nalishida, teshiklar esa maydon yo'nalishida harakatga keladi. Bunday elektr o'tkazuvchanlik faqat sof yarim o'tkazgichlar uchun xos bo'lib, uni xususiy elektr o'tkazuvchanlik deyiladi.

### Foydalanilgan adabiyotlar:

1. Brian, M. (sf). Yarimo'tkazgichlar qanday ishlaydi. Qayta tiklandi: [elektronika.howstuffworks.com](http://elektronika.howstuffworks.com)
2. Landin, P. (2014). Ichki va tashqi yarim o'tkazgichlar. Qayta tiklandi: [pelandintecno.blogspot.com](http://pelandintecno.blogspot.com)
3. Rouse, M. (s.f.). Yarimo'tkazgich. Qayta tiklandi: [whatis.techtarget.com](http://whatis.techtarget.com)
4. Yarimo'tkazgich (1998). Entsiklopediya Britannica, Inc. London, Buyuk Britaniya. Qayta tiklandi: [britannica.com](http://britannica.com)
5. Yarimo'tkazgichlar nima? (s.f.). © Hitachi yuqori texnologiyalar korporatsiyasi.