

O'ZBEKISTON RESPUBLIKASI
OLIY VA O'RTA MAXSUS TA'LIM VAZIRLIGI

FARG'ONA DAVLAT UNIVERSITETI

FIZIKA-MATEMATIKA FAKULTETI

5440100-fizika yo'nalishi

08.408 – guruh bitiruvchisi Jo'raboeva Zilola Qurbonaliyevnaning
“Fotoo`tkazgichlarda injeksiyali sensibilizatsiya jarayoni”
mavzusidagi

BITIRUV MALAKAVIY ISHI

Ilmiy rahbar: FDU Fizika kafedrası
dotsenti_____ **Z. A.G'oziyev**

Farg'ona – 2012

Bitiruv malakaviy ish kafedraning 20__ yil __ - maydagi__ - sonli bayonnomasida muhokama qilingan va himoyaga tavsiya etilgan.

Kafedra mudiri: professori _____K.Onarqulov

Taqrizchilar:

1. Farg'ona Politehnika inistituti Fizika kafedrası
professori_____N.Sultonov
2. FDU Fizika kafedrası
dotsenti_____Z.A.G'oziyev

Mavzu: “Fotoo`tkazgichlarda injeksiyali sensibilizatsiya jarayoni”

Reja:

I-bob. Kirish. Muqaddima

1.1 Yarim o`tkazgichlar haqida umumiy ma'lumot

1.2 Organik yarim o`tkazgichlarning o`ziga hos xususiyatlari

II-bob. Asosiy qism. Injeksiyali sensibilizatsiya

2.1 Molekulyar kristall ko`rinshidagi fotoo`tkazgichlar

2.2 Kristal bo`lmagan foto o`tkazgichlar

2.3 Kristal bo`lmagan foto o`tkazgichlardagi injeksiyali sensibilizatsiya

2.4 Injeksiyali sensibilizatsiya mexanizimi

2.5 Zaryad ko`rinishdagi injeksiyali sensibilizatsiya nazariyasi

2.6 Fazoviy zaryad chegaralangandagi fotoinjeksiya

III-bob. Xulosa.

KIRISH

Prizident I. Karimovning O'zbekiston Respublikasi Konstitutsiyasining 19 yilligiga bag'ishlangan tantanali marosimdagi maruzasi."Bizning yo'limiz demokratik islohatlarni chuqurlashtirish va modernizatsiya jarayonlarini izchil davom ettirish yo'lidir" nomli maruzasida birinchidan, Konstitutsiyamizning hech narsa bilan o'lchab, baholab bo'lmaydigan beqiyos ahamiyati va tarixiy ro'lini aytib biz uchun mutlaqo yangi bo'lgan milliy davlatchilik va uning ijtimoiy-siyosiy tizimini yaratish demokratik, tamoyillar asosida qurilgan siyosiy va iqtisodiy tuzumni shakllantirish uchun zarur bo'lgan xuquqiy poydevorligi ikkinchidan inson huquqlari umumjahon deklaratsiyasi va boshqa xalqaro xujjatlarning prinsipial qoidalarini o'zida mujassam etgan konstitutsiyadir. Uchinchidan konstitutsiyamiz qonun ustivorligi uning barcha fuqorolar tengligini va shuningdek davlat hokimiyatining qonun chiqaruvchi, ijro etuvchi va sud hokimiyatiga bo'linishining huquqiy prinsipini belgilab beruvchi qomusdir, to'rtinchidan konstitutsiyamiz xilma-xil fuqorolik jamiyati inistitutlarining shakllanishi va rivojlanishi, siyosiy partiyalarning erkin faoliyati ko'p partiyalik tizimining shakllanishi va rivojlanishi uchun huquqiy baza yaratib beruvchi qomusdir. Beshinchidan milliy istiqlool g'oyasi va umumbashariy qadriyatlarning eng yahshi jihatlarini o'zida mujassam etgan holda, Konstitutsiyamiz milliy ananalarimiz, ona tilimiz, xalqimizning bebaho qadriyatlari va madaniy merosini tiklashni taminlovchi qomusdir. Oltinchidan konstitutsiyamiz milliy, ko'puklatli iqtisodiyotimiz asoslarini mustahkamlaydi, butunlay kasodga uchragan markazlashgan mamuriy taqsimot tizimidan erkin bozor iqtisodiyotiga qatiyat bilan o'tish uchun sharoit yaratib beradi. Yettinchidan asosiy qomusimiz milliy xavfsizlik va mudofaa tizimining shakllanishi va samarali faoliyat yuritishini belgilab beradi. Demak asosiy qomusimiz huquqiy davlat qurish yo'liga o'tishimizning poydevoridir. Biz tanlagan taraqqiyot yo'li, biz uchun nomaqul bo'lgan, "shok terapiyasi" debatalgan islohatlarni asossiz ravishda tezlashtirishning turli shakllaridan voz kechganmiz cheydan qarz olish siyosatining puhta o'ylagani

va ehtiyotlik bilan amalga oshirilgani mamlakatimizning tarixiy, milliy va ananaviy o'ziga xos xususiyatlarining har tomonlama hisobga olganimizni takidlash mumkin. Shu bilan birga, biz mamlakatimizda barqaror rivojlanadigan erkin iqtisodiyot asoslariga ochiq huquqiy demokratik davlat qurish va inson, uning manfaatlari, huquq va erkinliklari so'zda emas amalda eng oiliy qadriyat bo'lgan jamiyatni shakllantirishda qaratilgan uzoq va mashaqqatli yo'lning faqat bir qismining bosib o'tganimizni takidlash zarur. жаҳонда хурмат- этибор қозонга жамиятни шакиллантиришда қаратилган ўзоқ ва машақатли йўлнинг фақат бир қисмининг босиб ўтганимизнинг таъкитлаш зарур. Мамлакатимизда демократик ислохatlarni yanada chuqurlashtirish va fuqorolik jamiyatini rivojlantirish konsepsiyasi mohiyat etibori bilan O'zbekistonimiz yaqin va uzoq istiqbolda o'z oldiga qo'yqyotgan yuksak maqsadlarga erishishning amaliy strategiyasi sifatida xizmat qiladi. Bunday dastur o'z mano mazmuni bilan bugungi kunda oldimizda turgan eng yuksak maqsad bo'lmish- mamlakatimizni rivojlangan davlatlar qatoriga qo'shish vaxalqimiz uchun munosib tyurmush sharoit yaratishga qaratilgan ezgu ishlarimizni o'zida mujassam etib, jamiyatimiz uchun davr sinovidan o'tgan yagona to'g'ri yo'ldir.

Kirib kelayotgan 2012- yil Mustahkam oila yili nomlanishiga birinchidan davlat idoralari, nodavlat va ijtimoiy tashkilotlar, hayriya jamg'armalari bilan birga ishlab chiqilib qabul qilingan dasturlar, ikkinchidan barchamizga malumki, mustahkam oila va bahtli turmush avvalambor oila quradigan yoshlarning o'ziga, ularning aql zakovati, manaviy fazilatlariga, oila, jamiyat oldidagi o'z burchi va masuliyatini chuqur anglab yetishga bog'liq. Endi paydo bo'lgan, katta umid bilan qadam qo'yayotgan yosh oilani moddiy va ma'naviy jihatdan keng qo'llab quvatlash, ularga ko'mak, imtiyoz va imkoniyatlar yaratib berish uchun nafaqat ota-onalar, birinchi navbatda davlat va jamiyatimiz masuldir.

Biz tanlagan yo'l qanday masgaqqayli bo'lmasin biz bu yo'ldan hech qachon qaytmaymiz va o'z maqsad murodimizga albatta yetishimizga Yaratganni o'zi el-yurtimizni yomon ko'zlardan asraydi, ezgu orzu-niyatlarimizni ro'yobga chiqarishda o'zi madadkor bo'ladi.

1.1 Yarim o'tkazgichlar haqida umumiy ma'lumot

Bizga ma'lumki elektr o'tkazuvchanligi materiallarda va dielektronikalarda esa bo'lib, ular orasida joylashgan moddalar yarim o'tkazgichlar deb nomlanar edi. Yarimo'tkazgichlar o'ziga hos xususiyatlarga ega bo'lib, xarorat ko'tarishi bilan ularning elektr o'tkazuvchanligi keskin ortadi. Xozirgi paytda yarim o'tkazgichlarning qator xususiyatlar o'rganilib chiqildi, masalan energetik zonalar tuzulishini, zaryad tashuvchilar xarakteri va boshqalar.

Haroratning etorligi katta oralig'ida yarim o'tkazgichlarning elektr o'tkazuvchanligi eksponensial ravishda o'zgaradi:

$$B=B_0 \exp (-E_\phi/kT)$$

formulasi E_ϕ – o'tkazuvchanlikni faollash (aktivatsiya) energiyasi bo'lib elektronni atomlar bilan bog'lanishning o'rtacha energiyasidir.

Turli xaroratlarda zonadagi elektronlarning

$$\exp (-E_\phi/kT) \text{ ga}$$

proporsional qismi erkin zaryad tashuvchilar xisoblanadi. Tashqi ta'sirlar yorug'lik oqimi, zarralar oqimi, turli xil kirishmalar va elektr maydon natijasida eksponensial o'zgaradi. Demak kirishima miqdoriga va boshqa ta'sirlaraga juda sezgir bo'ladi.

Yarim o'tkazgichlarni qanday kimyoviy elementlar tashkil etilganniga qarab besh turga bo'linadi.

1. Elementlar davriy jadvalining IV-guruh elementlari Ge va Si lar kiradi. bu elementlar to'rt valent elektronga ega bo'lib, kavalent (atom) bog'ni kristall panjarasi hosil qiladilar. Ular bir elementni atomlaridan tuzulgani uchun elementlar (sodda) yarim o'tkazgichlar deyiladi.

2. Davriy sistemaning III geruh elementlari (Al, Ga, In,) va IV guruh elementlari (P, As, Sb)ning birikmalari kiradi. Ular $A^{III} B^V$ ko'rinishdagi kimyoviy elementda o'rtacha har bir atom to'rt valent elektronga ega bo'ladi va olmossimon yarim o'tkazgichlar deb ataladi. Kristall panjarasida har bir atom qo'shni atom to'rt valentli bog'lanishlar hosil qiladi. Natijada olmos panjarasiga o'xshash kristall panjarasiga o'xshash kristall panjarasi hosil bo'ladi. Bu moddalarda kavalent bog'lanishi asosiy bog'lanish bo'lib, ular gerleaniy va kremniyga o'xshash xossaga

ega bo`ladi. Davriy, sistemanit II va IV guruh elementlari birikmalarida ham o`rtacha har bir atomga to`rtta elektron to`g`ri keladi (Zn Te, Zn Se, Cd Te, Cd S va boshqalar), ammo ularda ion bog`lanish kavalent bog`lanishga nisbatan yetakchi bo`ladi.

3. Bu turga davriy sistemaning V va VI guruhlarining ba`zi elementlari kiradi. Guruhdagi Se va Te larning yarim o`tkazgich xossalari Ce va Si lardan ancha oldin aniqlangan V guruh elementlari As, Sb, va Si lar yarim metallar bo`lib, ularning ko`p xossalari yarim o`tkazgichlarga yaqin  $A^{IV} B^{VI}$  ko`rinishdagi moddalar (PbS, PbSe, SeTe, GeTe va boshqalar) ham o`rtachabesh valentli elektronga ega. Infra qizil nurlar qabullagichlarda ishlatiladi.

IV guruh elementlari (Se, Te, S, O) ning I-IV-V-guruh elementlari bilan hosil qilgan kimyoviy birikmalari ichida ko`p yarim o`tkazgich maoddalar mavjud. jumladan CiO birikma ko`priksimon to`rilagichlarga va termoelement sifatida qo`llaniladi.

4 to`r yarim o`tkazgichlarga VI-guruh elementlarining o`tish metallari (Ti, Mn, Fe, Ni, Sm, Eu va boshqalar) bilan hosil qilingan birikmalar kiradi. Ularda ionli bog`lanish kuchli bo`lib magnit hossaga ega bo`ladi. EuO , EuS $CoCz_2$ Se_4 yarim o`tkazgichlar feromagnit  $EuTe$ ,  $EuSe$ ,  $NiO$  lar antiferromagnit hossaga ega.  $V_2O_3$ ,  $Fe_3O_4$ ,  $NiS$ ,  $Eu_2O$  lar temperatura va bosim o`zgarishi bilan metal holatiga o`tish hususiyatiga ega.

5 tur yarim o`tkazgichga organik monokristallar, turli hil ranglar, polimerlar kiradi. Ayniqsa polimerlar quyi molikulyar va yuqori va yuqori molikulyar bog`lanishli bo`ladi.

II.1. Hozirgi payitda fan av texnikaning keskin rivojlanishi fanda yangi zamonaviy metodlar asosida olimlar oldiga qo`ygan muammolarni hal etish vazifasini qo`yadi. Ana shunday muammolardan yorug`lik ta`sirida jisimlarning nusxasini olish – fotografiyani rivojlantirishdan iborat.

Fotografiya jarayoni kumush qatlamli pardadan iborat yupqa parda asosida amalgam oshiriladi. Bu jarayon fan va texnika, san`at turlarida keng qo`llaniladi. Jarayonni rivojlantirish uchun moddaning yorug`likka sezgilikni va spektor

sezgirlik doirasini kengaytirishi orqali amalga oshiriladi. buning uchun spektron sezgirlikni uzun to'liq tomon kengaytirish kerak. Yani optik sensibilizatsiya metodlarini takomillashtirishi lozim. Fotografik jarayon qadim zamonlardan ayon bo'lsada, taraqqiyoti birinchi yarim o'tkazgichlardan qabul qilgichlar tayyorlangan davrga to'g'ri keladi. Keyingi rivojlanishni bosqich fotografiya jarayonini elektrofotografiya jarayoniga qo'llanishga to'g'ri keladi.

1873 yili ichki jisimlarga ranglar kiritish yo'li bilan foto jarayonlarda spektral sensibilizatsiya hodisasini aniqlandi, Demak fanga fotografiyaga asoslangan yangi termin kirib keldi.

1993 yili ichki fotoeffect hodisasida spectral sensibilizatsiya Rigal tomonidan kashf etilgan. Gern va Mottlar spectral sensibilizatsiya mexanizimini nazariyasini yaratdilar. Bu ta'limotga ko'ra fotografiyada yuzaga keladigan spectral sensibilizatsiya hodisasiga asosiy sabab galoid – kumush birikmasiga kiritilgan rang sensibilizatsiya hodisasini yuzaga keltirib, foto samarasini kuchaytiradi. Keyinchalik bunday samara boshqa turdagi yarim o'tkazgichlarda amalga oshiriladi.

Puseyka va Treninlar sensibilatsiya xodisalarini organik yarim o'tkazgichlarda ham amalga oshirish mumkinligini e'tirof etdilar. Bu vazifani I.A.Akimov va Z.A.G'ozievlar Cant-Peturburg shahridagi C.I.Vasilov nomli Davlat optika institutida amalga oshirdilar. Bu vaqtdan boshlab spektron sensibilizatsiyaga asoslangan foto samara hodisasi yangi rivojlanish bosqichi boshlandi.

Fotoo'tkazgich sirtiga kiritilgan rang ta'sirida spectral sensibilizatsiya hodisasini yuzaga kelishiga asosiy sabab uzun to'liq sohasida qoshimcha yorug'lik ta'sirini sezuvchi spektr yo'llarini hosi bo'lishi, natijada yutilish sohasida qo'shimcha yorug'lik tasirini sezuvchi spektor yo'llarini hosil bo'lishi, natijada yutilish sohasida fotoelektrik sezgirlik keskin o'zgardi. Sezgirlikni bunday o'zgarishi hodisasiga kimyoviy sensibilizatsiya, sezgirlikni kamyishiga kimyoviy dessensibilizatsiya deyiladi. Dessensibilizatsiya hodisasida foto o'tkazgichning fotosezgirligi o'zgarmay qoladi.

Sensibilizatsiya hodisasini barcha turlari bir vaqtning o'zida amalga oshadi.

Optik sensibilizatsiya hodisasi turli-tuman kimyoviy reaksiyalar ta'sirida amalga oshishida ranglar qo'shish ham mumkin, ranglarsiz amalga oshirish mumkin.

Optik sensibilizatsiyaning ikkita o'ziga hos xususiyati mavjud:

1. Optik sensibilizatsiya rangli eritma (emulsiya)ning yutilishiga;
2. Sensibilizatsiya hodisasi rangni yarim o'tkazgich tartibiga kiritilganda (adsorbitsiya) amalga oshadi.

Sensibilizatsiya hodisasi natijasida organik molikulalar berilgan energiya hisobiga qo'zg'algan holatga o'tadi. Natijada erkin zaryad tashuvchilar yuzaga kelib, kvant chiqish ro'y beradi.

Ranglar ta'sirida uch hil sensibilizatsiya hodisasi bo'lishi mumkin.

1. Fotoo'tkazgich – qattiq jism sirtida sensibilizator molikulalari odsarbsiyalangan holatda bo'lishi.
2. Fotoo'tkazgichning butun hajmi bo'yicha sensibilizator molikulalarini bir tekisda taqsimlanishida;
3. Fotoo'tkazgich bilan ranglarning o'zaro tegishli (kantakt) joylarida injeksiyali sensibilizatsiyani yuzaga kelishi.

Fotoo'tkazgich tarkibiga ranglar kirishi natijasida, effektiv ravishda energiya o'tishi amalga oshib ranglar fotoqo'zg'lishini amalga oshiradi va energiya asosga o'tadi. Ranglarning molikulalari yutilish yo'llari (polasalari) ingichka, ammo yutilishi koeffisienti juda yuqori bo'ladi (10^5sm^{-1}).

Sianin klassidagi ranglar eng yuqori samarali sensibilizator hisobida fotoo'tkazuvchanlikni yuzagakeltirishi ma'lum.

Fotoeffekt spektrini bir vaqitning ozida bir necha turdagi ranglar molekulasini fotoo'tkazgich tarkibiga kirishi yo'li kengaytiriishi mumkin. Harorat ortishi bilan fotografik sezgirlik keskin kamayadi. 200 k ga sezgilik 10-100 marta kamayadi.

Sensibilizatsiya mehanizimini tushuntirishda quyidagi ikkita gipotezaga asoslanadi:

1. Ranglarni molekulasini yorug'lik ta'sirida qo'zg'atilganda o'tkazgichga o'zini elektronini beradi, so'ngra esa regeniratsiya jarayoni amalga oshadi.

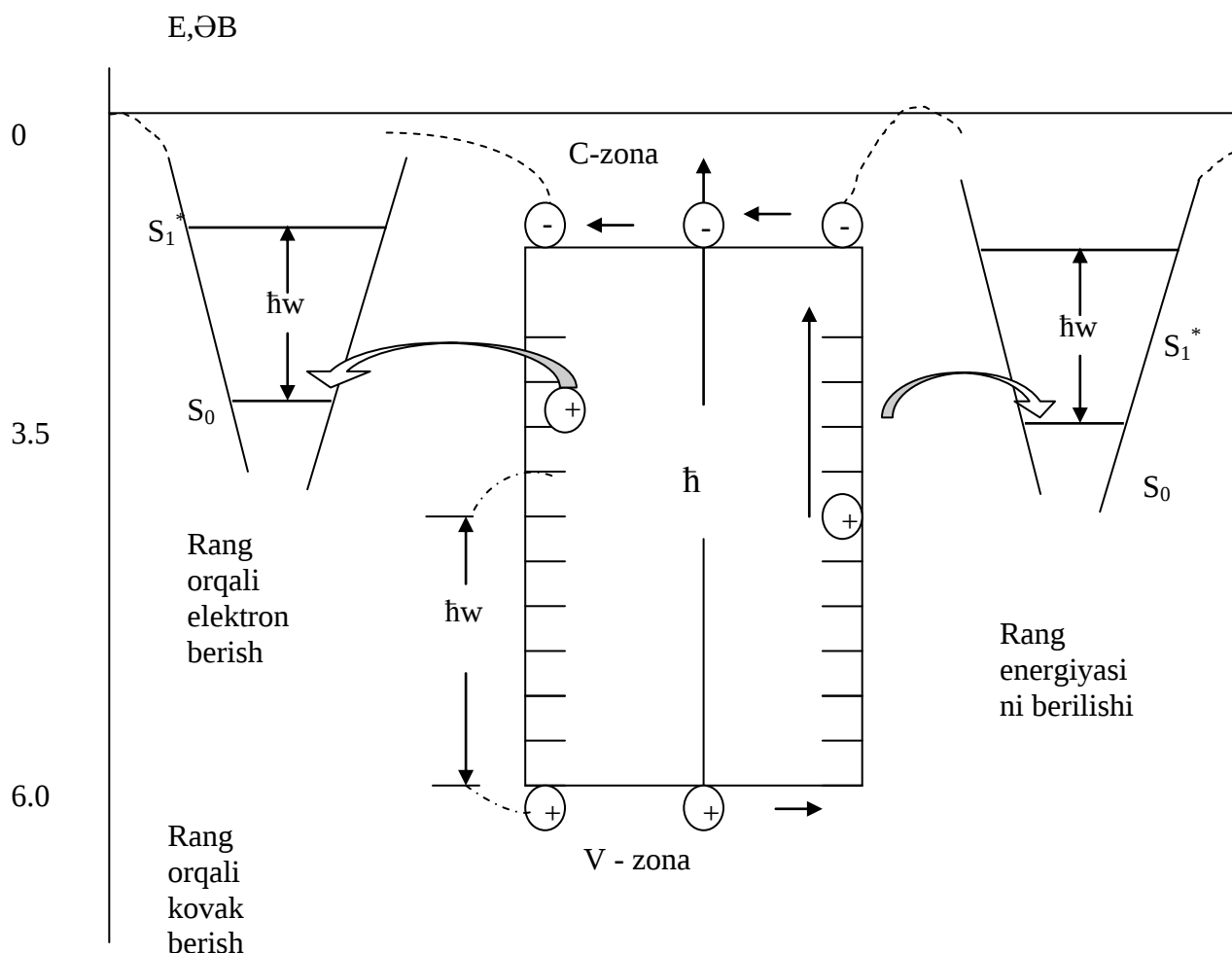
2. Yorug'lik ta'sirida qo'zg'algan rang molekulasini fotoo'tkazgichga elektronning qo'zg'tish energiyasini beradi, natijada fotoo'tkazgichda esa erkin elektron hosil bo'ladi. Bunday holatni sxemasi diagrammada keltirilgan.

Har qanday nazariya nima sababdan taqiqlangan zona kengligi $2.5 \div 3,0$ ΘB noorganik yarimo'tkazgichlarda sensiblizatsiyali fotoeffekt hodisasi $1.0-1.5$ ΘB energiyaga ega rang molekulasini energiyasi ta'sirida amalga oshadi degan savolga javob berish kerak. Bunda fotoo'tkazgichning taqiqlangan zonasida elektronning local sathlarining yuzaga kelishi oqibatida (birinchi g'oya) yorug'lik kvanti energiyasi rang molekulasini tomonidan yutilib elektronni local sathidan o'tkazuvchanlik zonasiga o'tkaziladi.

Ikkinchi g'oyaga asosan esa fotoo'tkazgichning local sathida bo'lgan elektron rang molekulasini ionlashtirib, so'ngra sensiblizatsiya hodisasi amalga oshadi va elektron o'tkazuvchanlik zonasiga o'tadi. Elektron energiyasi ta'sirida sensiblizatsiyani amalga oshishi tezligi tunnel effektiga o'zshaydi:

$$K_v' = T_{\text{ш}} \exp(-E/\Delta T)$$

formulada 1-qo'zg'tilgan elektronni tebranish chastotasi; $T_{\text{ш}}$ – to'siq shaffofligi; E – Aktivatsiyaning termik energiyasi.



Ranglarning (kirishima) alohida molekulalari effektiv sensiblatsiyani amalga oshiradi. Ranglarning yupqa pardasi fotoo`tkazgichli hususiyati ichkimolikulyar strukturaga bog`liq emas balki mololekullalar o`rtasidagi bog`lanish strukturasi bog`liq bo`ladi. Sensibilizatsiya spetori ranglarning fotoo`tkazgichga hosil qilgan spetridan farq qiladi. Sensiblatsiyali fotoeffekt hodisasi yuzaga kelishi uchun zaryad tashuvchilarning fotogeneratsiyasida termik aktivlikni ta`siri shart emas. Shu bilan bir qatorda sensibilizatsiyali fotoeffektda ranglarning asosiy zaryad tashuvchilarning fotoo`tkazgich hususiyati orqali aniqlanadi. Ranglarning fotoelektrik xususiyatiga esa bog`liq bo`lmaydi. Fotoelektrik xususiyati esa injeksiyalı sensibilizatsiya vaqtida fotoo`tkazgich bilan ranglarning kankat tegilish joyida namoyon bo`ladi.

Sensibilizatsiyaga amalga oshishda elektron berish mexanizimida ma'lum qiyinchiliklarini yuzaga keltiradi, ya'ni molekulalarning lyuminesiyai fotoo'tkazgichga tushuvi yuza keladi, bu holat dessensibilizatsiyada ham vujudga keladi. Demak fotoo'tkazgichga qo'ag'algan holatni yuza keltirish energiyani fotoo'tkazgichga elektron berishi orqali amalgam oshirib bo'lmaydi. qo'zg'atuvchi energiya sensibilizatsiya aktiga donar rangdan akseptor sathiga berishi natijasida amalgam oshadi va elektron akseptor sathidan o'tkazuvchanlik zonasiga (C-zona) o'tadi. Bunday o'tishi nurlanish bo'ladigan jarayonga amalgam oshadi va elektronni qo'zg'atish energiyasi induktiv-rezonasi (kulon kuchlari ta'siridagi o'zaro ta'sir) yoki o'rin almashinuvi-rezonansi (Vander-vale kuchlari ta'siridagi o'zaro ta'sir) natijasida yuzaga keladi. Bunda donar va akseptor satxi orasidagi masofa taxminan 10^{-7} sm.

Sensibilizatsiya jarayoni vaqtida sensibilizatsiyali fotoeffekt samarasi o'z hususiyatiga qarab quyidagi turlarga bo'linadi:

1. Strukturali;
2. Kimyoviy
3. Spektral-kimyoviy
4. Spektral
5. Injektsiyasi

Barcha turdagi sensibilizatsiyada sensibilizatoridan sensibilizatsiyalanovchi fotoo'tkazuvchiga energiya berish yoki elektron berishi mehnizimga amal qilinadi. Strukturali sensibilizatsiyaga spectral sensibilizatsiyani yuzaga keltiruvchi yutuvchi markazlar soni keskin ortishi hisobiga fotogeneratsiya jarayoni amalga oshib kvant chiqishi yuzaga keladi. Spetral va injeksiyalik sensibilizatsiyada yutuvchi markazlar soni bilan yutuvchi kesimlar yuzasi ham ortib boradi.

Sensibilizatsiya jarayonida sensibilizatorlarning absot kvont chiqishi fotogeneratsiya tufayli va foydali ishi ko'ffisienti 100% gacha bo'lishi mumkin.

Mavzuni tanlashda asosan quyidagilarga e'tibor beriladi:

1. Modda bilan yorug'likning o'zaro ta'siri masalalari;

2. Sensibilizatsiya jarayonini quyosh energiyasi hosil qiluvchi qurilmalarida qo'llanilishi;
3. Rangni ko'rishga ko'zning korishi va ajrata olishi qobiliyati;
4. Fotosintez hodisasi;
5. Biologik molekulalarning foto kimyoviy mustahkamligi.

Mavzuda asosiy yangilik organik yarim o'tkazgichlarga sensibilizatsiya hodisasini yuzga kelishi sabablarini aniqlash hamda organik yarim o'tkazgichlarning xalq ho'jaligining turli tarmoqlarida qo'llanilinishini fan texnika yutuqlarini organik yarim o'tkazuvchilarga qo'llashi masalalarini aniqlashdan iborat. Shuningdek organik monokristallarga elektron lokal holatlar hamda ionlashish xayatlarini hissoqlash ko'zda tutulgan.

1.2 Organik yarimo'tkazgichlarning o'ziga hos xususiyatlari.

Hozirgi paytda organik moddalar polimerlar orasida yarim o'tkazgich xossasiga ega bo'lgan juda ko'p miqdorda uchraydi.

Organik yarimo'tkazuvchilar molekulalarida qo'shma bog'lanishlar tizilmasi mavjud. Qo'shma bog'lanishlar tizimiga umumlashgan T_1 -elektronlarni biror tashqi ta'sir orqali uyg'otishi (qo'zg'atishi) natijasida organik-polimeliyar yarim o'tkazgich moddaga harakatchan zaryad toshuvchilar hosil bo'ladi.

Polimer yarim o'tkazgichlarda zaryad toshuvchilarni vujudga ketirishi uchu zarur bo'lgan E energiya bir zarraga to'g'ri kedigan o'rta issiqlik harakati energiyasi RT chmasida bo'adi.

Organik yarim o'tkazuvchilar turuga organik bo'yoqlar, aramatik – hushbo'y birikmalar qo'shma bog'lanishli polimerlar bazi bir tabiiy pigmentlar xlorofill, B-karantin, monokristallar, polikristallar, amorf holatdagi kukunlar va pardalarni kiritishi mumkin.

Polimerlar solishtirma qarshiligi hana haroratida $10^{18} \text{Om} \cdot \text{sm}$ dan $10^{-2} \text{Om} \cdot \text{sm}$ oralig'ida bolishi mumkin. Bunday yarim o'tkazgichlarga fotoo'tkazuvchanlik sezilarli darajada boladi. Bunday holat organik yarim o'tkazgichlar o'ziga hos xususiyatga ega ekanligini bildiradi.

Organik yarim o'tkazgichlarning ajoyib xususiyatlarining muhumlari quyidagilardan iborat :

1. Yorug'lik yutishi natijasida molekulyar uyg'onadi va frenkel eksitonlari kabi kristall ichida ko'chib yuradi.
2. Yorug'lik ta'sirida eksitonlarning bo'linishi yoki molekulalarining ionlanish jarayonida amalgam oshib harakatchan zaryad toshuvchilarni yuzaga kelishiga sababchi bo'ladi.
3. Organik yarim o'tkazgich polimerlarda o'tkazuvchanlik zonasi juda kichik, ya'ni 0.1eV tartibida zaryad toshuvchilarning harakatchanligi taxminan $1 \text{cm}^2/\text{B} \cdot \text{C}$ atrofida bo'ladi.

4. Elektr o'tkazuvchanlik zaryad tashuvchilarning zonalarida ko'chishi bilan bir qatorda mahalliy holatlar bo'yicha sakrama ko'chish yo'llari orqali amalga oshadi. Organik yarim o'tkazgichlar xususiyatiga ega bo'lgan kristall anizotrop tuzimiga ham bo'lib ularning elektr va optic hossalari anizotrop bo'ladi. Demak turli yo'nalishlarda har hil bo'lishligi kelib chiqadi, ya'ni kvazibr o'lchamli o'tkazgichlarni hosil qiladi.

Organik yarim o'tkazgichlar mikroelektronikada yorug'lik o'tkazadigan moddalar sifatida qo'llaniladi.

Jadval 1

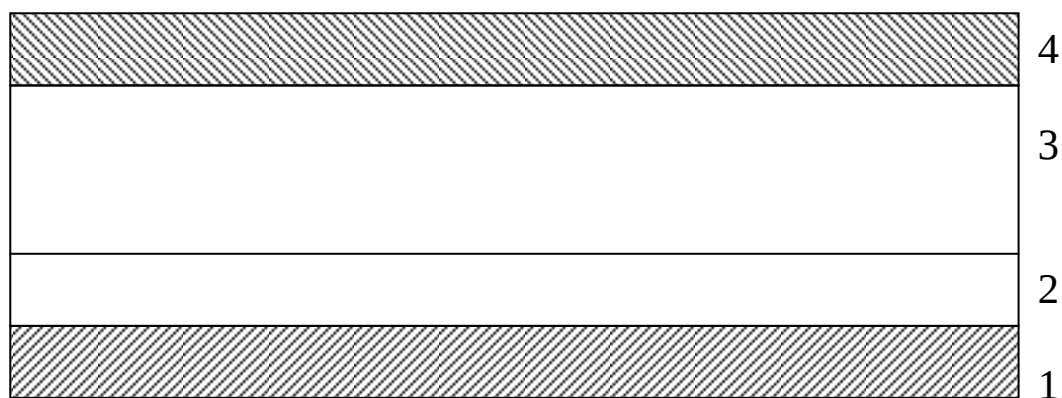
Sensibilizatsiyali fotoeffekt jarayoni va sensibilizatsiyalash usullari				
Sebsibilizat siya turi	Amalga oshirish usuli	Sensibilizatsiyal angan fotoo'tkazgich harakteri	Sensibilizatsiyalan gan sistema harakteri	Misollar
Strukturaviy – fotoo'tkazgichning molekulyar strukturasini yoki bog'lanish tarkibi o'zgarishi hisobiga kattaliklar hususiyatini o'zgarishi yoki	Molekula strukturasini o'zgaradi. Molekuladagi bitta atom yoki atomlar gruppasi o'rin almashadi. Qattiq fazadagi molekula bog'lanishi tarkibiy o'zgaradi.	Molekulyer	Gamomolekulalar, Gamafaza Gamomolekulalar, Gamafaza Gamo molekulalar, geterafaza Geteramolekulyar, gemofaza	Se (Halqa- > spiral6) SE+Az(Sc _n ->Se _{n-x} AS _x) (-CH ₂ -chr-) _n (R=H->Ph) Se(amorf- >amorf+tri gonal faza)

fotoelektrik sezgirlik spektrini o`zgarishi amalga oshadi	Fotootkazgich tarkibiga okseptor yoki donar molekulasi kiritilib kompleks zaryad tashuvchilar yuzaga keladi			IIVK+TiH F qattiq eritma
Kimyoviy – man etilgan zonadagi energetik strukturani tashqi ta'sir natijasida fotoo`tkazgi chning hususiy fotoelektrik sezgirlik kattaligini o`zgarish hossasini	Qattiq fazadagi fotoo`tkazgich tarkibiga geteraatomlar kiritib strukturaviy nuqsonlarni yuzaga keltirish, yupqa parda sirtida elektron donor yoki elektron akseptor molekulasini	Atomlar		$\left. \begin{array}{l} \text{ZnO} + \text{O}_2 \\ \text{qattiq} \\ \text{jisimga} \end{array} \right\}$ $\text{Cu}_2\text{O} + \text{O}_2$ adsorbsiya- $\text{PbS} + \text{O}_2$ lanish $\text{ZnO} +$ xloraniya, organik rang kirishmasi+ O_2 yoki H_2

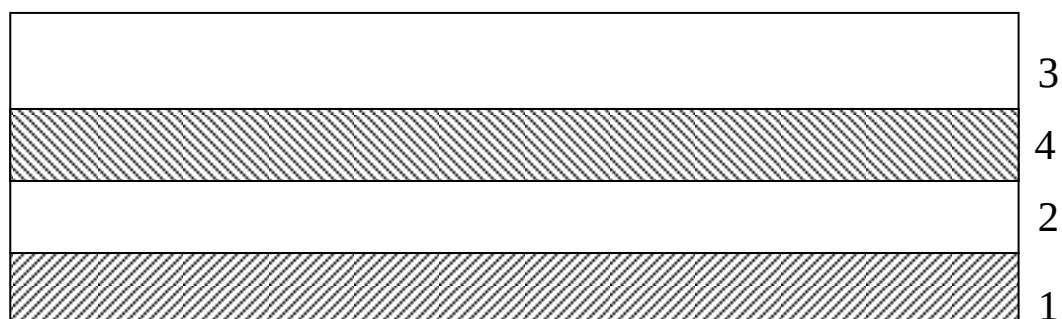
tafsiblaydi	bir tekisda adsorbsiyalanis h hisobiga man etilgan zonada rekombinasiya sathlarini hosil qilish			Qattiq jisimda nuqsonlard a
Spektal kimyoviy fotoo`tkazgi chning man etilgan zonasiga tashqi ta'sir natijasida energetik struktura o`zgarishi natijasida fotoelektrik sezgirlik spektrida yamgi yo'llarni (polosalari) hosil qilish hususiyati	Qattiq fazadagi fotoo`tkazgich ning man etilgan zonasida donar yoki akseptor sathlarini yuzaga keltirish hisasiga bu zonada ruhsat etilgan eptik o`tishlarni amalga oshirishi. Amalda aralashmali fotoo`tkazuvch anlik asosida IQ qabul	Atomlar	Gemofaza	Ge+Au,Nd Cu, Zn Si+Zn,P keskirlash B,Au

II. Asosiy qism. Injeksiyali sensibilizatsiya.

Injeksiyali sensibilizatsiya fototkazgich sensibilizator geterofezi sistemasida injeksion fototok yuzaga kelishiga bog`liq hodisa hisoblanadi. Injeksoin sensibilizatsonlashgan geterofazaviy sistemaga sensibilizatori tomonidan foto yutilishi natijasida sensibilizatsiyga uchruvchi fototkazgichda erkin zaryad tashuvchi vujudga keladi. Amalda pardasimon geterostruktura yoki qattiq suspensil shaklidagi fototkazgichning sensibilizatorida sensibilizator bilan fotoo`tkazgich chegarasida kontakt (tegishuv) yuzaga keladi bunda fatonning yutilish joyi molekulyar qatlamida katta masofada joylashgan bo`ladi. (2-rasm).



a)



b)

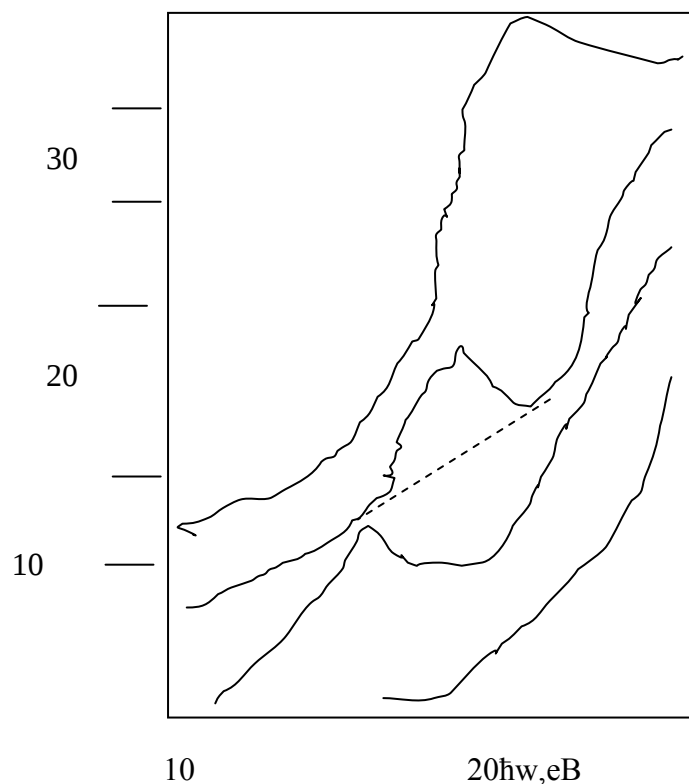
Rasm 2. a va b geterostruktura pardasi fotoindutsirlangan zaryadni o'lchash uchun qo'llaniladi. 1-o'tkazuvchi taglik, 2-yupqa bloklovchi qatlam, 3-fotoo'tkazuvchi parda, 4-sensibilizator qatlami.

Bu molekulyar dispersiyali qattiq jisim va kristallardagi injeksizli sensibilizatsiyani spectral sensibilizatsiyadan tubdan farq qilinishini belgilaydi. Spektrol sensibilizatsiyada sensibilizator molekulasi fotoni yutadi va molekulyar qatlamdan ortiq bo'lmagan masofada joylashadi, yoki fotoo'tkazgich molekulasi bilan kontakka kiradi, yoki kristall fotoo'tkazgichning sirtiga o'tadi.

2.1 Molekulyar kristallar ko`riniishidagi fotoo`tkazgichlar.

Molekulyar kristallar elektronli akuseptorlar yoki ranglar yordamida injeksiyali sensibilizatsiyada fotosezgirliги yuzaga keladi. Sistemada sensibilizator elektrolitin kantikga yoki fotoo`tkazgich sirtida adsepsialanadi yoki elektrolitik eritma tarkibiga kiritiladi. To`g`ridan to`g`ri yutilishi natijasida fotog`layonlanish amalga oshib kovakndni sensibilizatorlarda injeksiyasi amalga oshadi natijada tashqi elektr maydon ta'sirida kovaklar kristall orqali ko`cha boshlaydi. Bunday sistemalarni energetik va kinetic sensibilizatsiyasi nisbati o`rganib chiqilgan. Agar fotog`alayonlangan sensibilizator yetarlicha kuchli oksidlovchi bo`lsa va kristall valent zonasidagi elektronni o`ziga biriktirib olsa u holda u kovakni injeksiyalantiradi. Aks holda fotoo`tkazgichning tiklangan fotog`alayonlanishi tufayli elektronlar injeksiyalanishi amalga oshadi. Elktrokimyoviy kontakt asosida fotoo`tkazgichlardagi fotoetumullashgan kovaklar injeksiyasi o`rganiladi. Fotokimyoviy reaksiya Elektralit bilan kontaktga kirishganda fotoo`tkazgichlarda asosiy tashuvchilar injeksiyasi sharoiti o`zgarib bu hodisani yuzaga keltiradi. Sistemada monokristall va ikki elektrod bo`lib, ular bittasi anaz 42% m. iodli vodarod kislatasini suvdagi eritmasidan iborat kristalldagi kovakni injeksiyallash uchun kontakt vazifasini bajaradi. Mehanizm kristalldagi elektrolitdan kovaklar chiqish ishini o`zgarishi hodisasiga asoslangan fotoelektronlar va kovaklar injeksilem optic ko`zg`atilgan elektroddan kristallga o`tishda ro`y beradi. Bu hodisaga asoslanib kristallarni man etilgan zonasi energiyasini aniqlanadi. Elektronlar va kovaklar fotoemissiyani chegarasi o`lchanadi va bu qiymat $8E_c=3.9\pm0.1$ 2V jonli (antrasen kristalli uchun topilgan).

Antrasentdagi oltin elektrodda ham fotoinjeksiya kuzatilad. Rezanaj kuzatilganda yutilishining optik spektri bilan korremyatsiyaga uchraydi. Bu esa strutura ingichka o`tkazuvchi zonalardan iborat ekanligini bildiradi. Demak o`tkazuvchanlik zonasi kengligini bildiradi (kengligi 0.57 B) U 0.55 əBli pastki zonaning chetki qismidan boshlanadi. Shunga ohshash turli metallardan fotoinjeksiya vaqtidagi kvant chiqishining tirik spektiri (rasm 3)da keltirilgan.



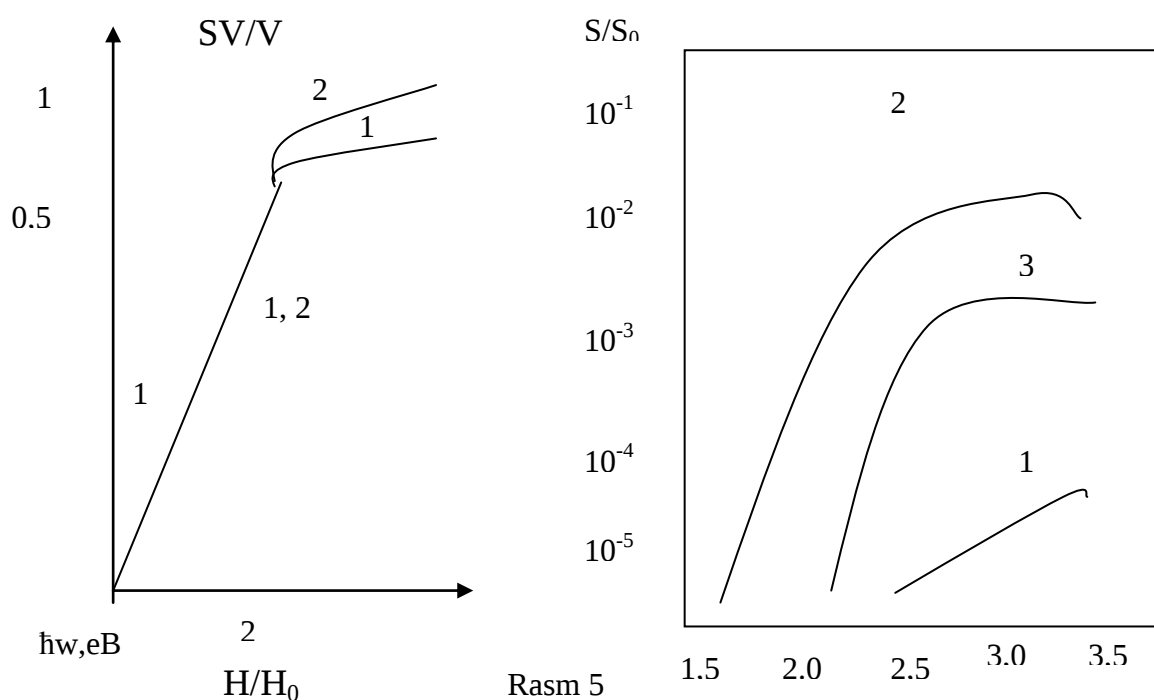
Rasm 3. turli metallardagi fotoemissiyaning kvant chiqish spektri

Ammo fotoemissiya efektini ma'lum savollarga javob javob berish muammo bo'lib qoldi. Ikkita jarayon metal kontaktdagi fotoemissiyaning to'liq yoki qisman bekitishi mumkin: sirdagi tutqichlar yordamida tashuvchilar fotog'layonini bunda termik muvozanat shakllanadi va fotog'alayonlanish hajmiy tutqichda injeksiyalangan kontakt tufayli tashuvchilar bilan doimo to'lgan bo'ladi. Birinchi jarayon, yangi sirdagi tutqichdagi fotog'alayonga kelgan teshiklarga sirtning qayta ishlovchi kuchli ta'sir yuzaga keladi, hattoki optikspektorni qayta ishlovdan juda yaxshi o'tkazilgandaham fotoinjeksiya spektrini chiqish amplatgudalari fotoinjeksiya spektrini kirish qismiga o'hshash bo'ladi. Bunda hususiyat bloklashgan kontaktlarda amlga oshadi. Ikkinchi jarayon ishqoriy kontaktlardagi fotoinjeksiyaning chiqishi qattiq ishqoriy metall kontaktida (elektronlar injeksiyasi) va oltinda (kovaklar injeksiyasi) fototok olish hususiyatiga bog'liq bo'lishi ko'rsatildi. Qo'shimcha ravishda bunday hulosaga cheklangan fazoviy zaryad va tunnel spektraskopiya metodlari orasida olingan natijalar ham isbotlandi.

2.2 Kristall bo'lmagan fotoo'tkazgichlar

Injeksiyali sensibilizatsiya organik polimerlarida tashuvchilarni injeksiyasini metallarda, noorganik va organik polimer fotoo'tkazgich pardalarda amalga oshirish natijasida yuzaga keladi. PVK sensibilizatsiyali amorf Se da o'rganilib yupqa amorf Se (0.3 μm) PVK pardaga bug'lantirilgan. PVK dagi kavaklarning effektiv injeksiyali maydon 6vmkm^{-1} bo'lganda kuzatilgan va injeksiyali barelni yengib o'tishga yetarli bo'lgan. Spectral ko'rinish Se dagi kabi bo'lib va selen pardasi qalinligining barcha o'lchamiga bog'liq bo'lmaydi. Yuqori darajada bir hil bo'lgan geterostrukturali amor PVK hususiyatini o'rganish uchun geterostruktur shishali plonshayba ko'rinishida o'tkazuvchan qatlamiga qalay okisir PVK ning p va r tipli 0.1-0.3 μm qalinlikdagi Se yotqizilgan (yoki uning KPZdi shuningdek sensibilisatsiyalovchi rang).

Geterasitukturani qorong'ulik hususiyatini o'rganishi natijasida sust zaryadi manfiy bo'lganda (PVK dagi kavaklar injeksiyasi tufayli) bunda natijaviy mayday kuchlanganligi $3 \cdot 10^5 \text{B} \cdot \text{cm}$ yetganda Se pardasi uchun ham EF rejimida qorong'ulik reaksiyasi vaqti PVK pardasidagi kabi bo'ladi. Ko'rsatib otilgan bunday geterostrukturalar hususiyati SE polistirin geterostrukturalardan farq qilishiga sabab, maydon kiritilganda geterostruktura chegarasida borer yuzaga kelmasligi (aniq qutbi). Borerni SE da generatsiyali ko'chishni amalga oshirilishidir. (4-rasm)



Rasm 5

Rasm 4 Fotoindistsrlashgan razryad egri chizig'I Se uchun (1) va selen polekturasi (2) 2-ga egri chiziqdagi gorizantal chiziq, polektrildagi selen maydon tasirida kovaklarni fotoinjeksiya emasligini bildiradi. Se parda qalinligi 2 mkm, polistrolniki 0,15mkm.

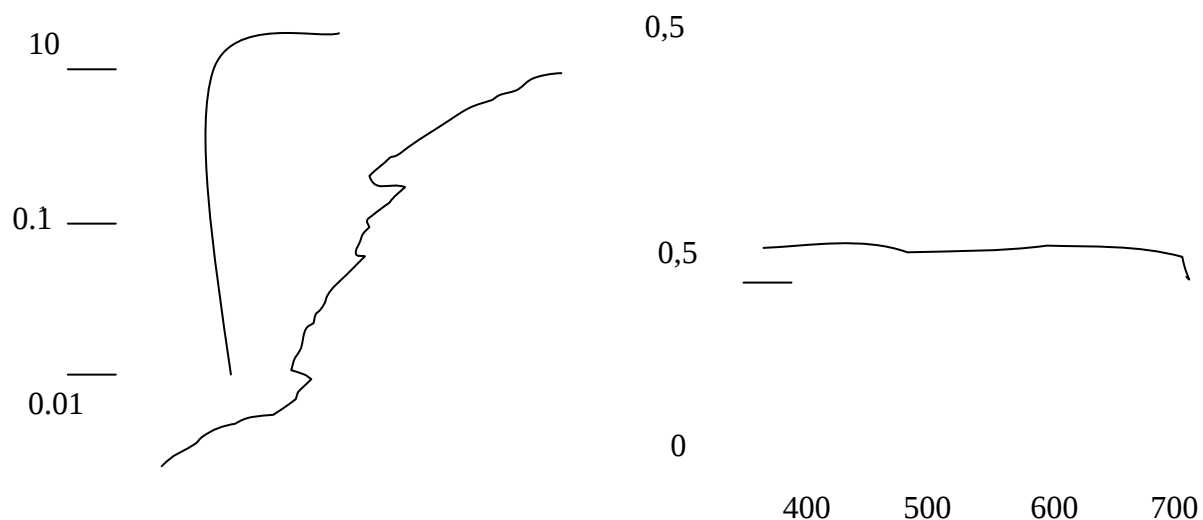
Rasm 5. PVK ni fotosezgirlik spektri (parda qalinligi 2 mkm) selenda injeksiyali sensibilizatsiya amalgam oshgan.1-PVK, 2-PVK-P-Se (0.2mkm), 3-PVK-Se-n(0.3mkm).

Se PVK fotoindusirlangan razmerli sistemada EF-rejimida kavaklarni fotoinjeksiyasi kuzatiladi ammo elektronlar fotoinjeksiyasi kuzatilmaydi. Injeksiya selendan R hamda p-tipida Se formasi aralashmali harakterda o`tkazuvchanlikka ega bo`lganligi sababli bir hilda kuzatiladi.

PVK – Se geterastrukturalari yorug`likka sezgirligi PVK ga nisbatan juda kuchli, chunki amaliy jihatdan selen pardaning yorug`lik sezgirligining kuchli yutilishi sohasiga mos keladi, yutilishi energiyasining kamayishi hisobiga to`lqin uzunlik ortishi bilan suslashib boradi. (5-rasm). Selenning amorf formasidagi kvant chiqish 3 barcha sohada tekshirilayotgan spektrga 3 ga mos tushadi. Olingan natijalarda maydon kuchlanganligi  $3 \cdot 10^5 \text{ B sh}^{-1}$  ga teng. Yorug`lik sezgirligining maydonga

bog'liqligi tekshirishdagi spektrni barcha soxasida kyzatiladi. PVK dan farqli ravishda geterastrukturalarda $6 \cdot 10^4 \text{B} \cdot \text{cm}^{-1}$ kattalikdagi kirishi maydoni mavjud bo'lib, bundan kichik maydonlarda yorug'lik sezgirligi yuzaga kelmaydi. Selen bilan PVK injeksiyali sensibilizatsiyaga uchraganda o'tishi malga oshadibunga sabab tashuvchilarni amorf selendan polimerga injeksiyalanishi cheklangan fazoviy zaryad tomomidan tashuvchilarni polimerga tutulishi hisobiga amalgam oshadi. Maydonli yorug'lik sezgirligini Se p-turida η ni maydonli bog'lanishi bilan bog'liq bo'lsa, Se r-turida maydonni bog'lanishi tashuvchilarni transfort qilishi sharoitiga bog'liq bo'ladi.

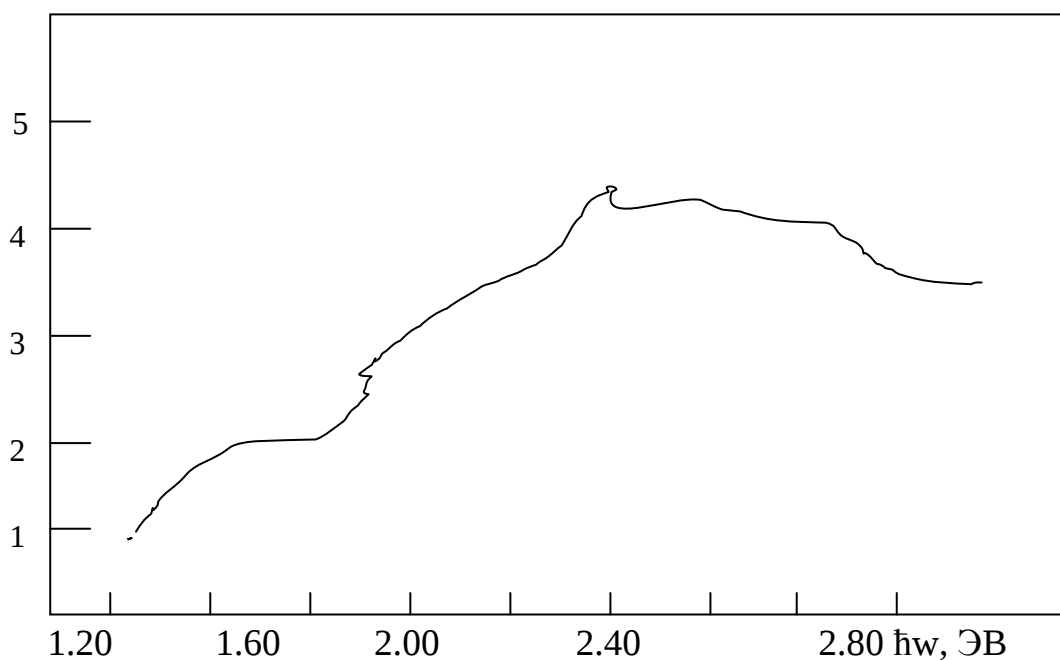
Injeksiyali sensibilizatsiya Pvk bilan Cd3 sistemada va Cd(SSe) qattiq eritmasida shuningdek (kuchli elektr maydonida) CdSe va qattiq eritmadagi Cd(SeTe)da kuzatilgan. Eng katta 3 fotoinjeksiyaning kvont effektivligi fotoo'tkazgichdagi tashuvchilarni fotoinjeksiyasi o'rta sonini aniqlash usuli orqali aniqlangan bitta faton yutilishidagi va geterastruktura sirtida to'plangan holat Se-PVK va C1SE-PVK sistemasida amalgam oshgan. Har ikkala yarimo'tkazgichlarda η kuchli maydonda bir hil va 100%ga yaqin, maydon susayishi bilan u lagorifm qonuni bo'yicha kamayadi (rasm-6) CdSe da maydon bo'g'lanishi tashuvchilarni maydon ta'siridagi siljish bilan bog'liq, injeksiyqalangan PVK da bog'lanishi Se uchun maydon ta'siridagi fotofotogenerada kvant chiqichga bog'liq. PVK ning injeksiyali sensibilizatsiyada qo'llanishi sistemadgi ko'rinishi soxasida kvant chiqishni 100%li bo'lishini ta'minlaydi (7-rasm).



Rasm 6 Selenli PVK ni injeksiyali sensibilizatsiyani maydonli bog'lanish effektivligi (1) va selenli kadliy (2).

Rasm 7 Kadmiy selen- PVK strukturasidagi kvant chiqish.

Oltin, mic va alyuminiydagi kovaklarni PVK dagi fotoemissiya va otindagi fotoemissiya vaqtidagi kvant chiqish spektri rasm 8da keltirilgan



Rasm 8. Oltinli PVK dagi fotoinjeksiyadagi kvant cgiqish spektri.

Oltin, mis va alyuminiydagi fotoemissiyaning oldi energetik holati mos ravishda 1.28, 1.48 va 1.53 eVga teng. Metallardagi chiqisi ishlarini yig'ndisi va fotoemissiya holatini boshlanishida PVK uchun vakumga nisbatan valent zonasining qirrasining o'rtacha qiymati bo'yicha joylashuvi 6.8 ± 4 eV ekanligi aniqlangan. PVK uchun fotoemissiya spektri strukturasi rasm-8 da ko'rsatilgan bo'lib, PVK dagi mavjud bo'lgan ingichka valent zona molekulalarini tebranishiga tegishli deb hulosaga kelingan. Tebranish energiyasi 0.1 eV ekanligini hisobga olinsa, valent zonaning kengligi 0.1 eV dan anchagina kichik (kam) bo'lishicha ishonch hosil qilinadi. Mart birinchi bo'lib TNF=PVK kompleksidagi strukturaning energetik sathini organik pardadagi amorf Se fotoinjektsiyali asosida aniqlagan. U Φ -rejimda fotoinduksiyalangan razryad metodidagi foydalangan va yorug'lik to'lqin uzunligi 430nm da TNF:PVK kiritilgan 1.0 mkm qalinlikdagi Se pardasi tomonidan to'liq yutiladi. Nuxsada kompleks component nisbati mos ravishda 0.1:1 dan 0.3:1 nisbatda olingan o'lchashlar amalga oshirilgan. shuningdek o'lchashlar amorf Se va sof amorf TNF dagi injeksiya uchun ham amalgam oshirilgan. Gaciv tomonidan elektronlar va kavaklar injeksiyani fotoindusirlangan razryad tezligiga tashuvchilar harakatlanishi bilan bog'lanishi e'tirof etilgan, chunki fotoindusirlangan razryad fazoviy zaryad bilan cheklanishi uchun har bir kompozitsiya uchun harakatchanlikni aniqlash mumkin. Ma'lumki amorf Se va TNF:PVK komplekslarda elektronlar va kavaklarni orasidagi transit holat borligi hisobga olinmasa ham bo'ladigan darajada kichik bo'lgani uchun razryad tezligi harakatchanlik bilan chegaralanadi. Elektronlar dreyfi TNF:PVK kompleksda TNF molekulasini akseptori bilan bog'liq, kavaklar dreyfi esa korbozol yadrosi bilan. Bunday yondashuvda harakatchanlikni kamnatisyon bog'lanishli ko'chish mexanizmi aloqasi asosida hisoblangan.

2.3 Kristall fotoo`tkazgichlardagi injeksiyali sensibilizatsiya.

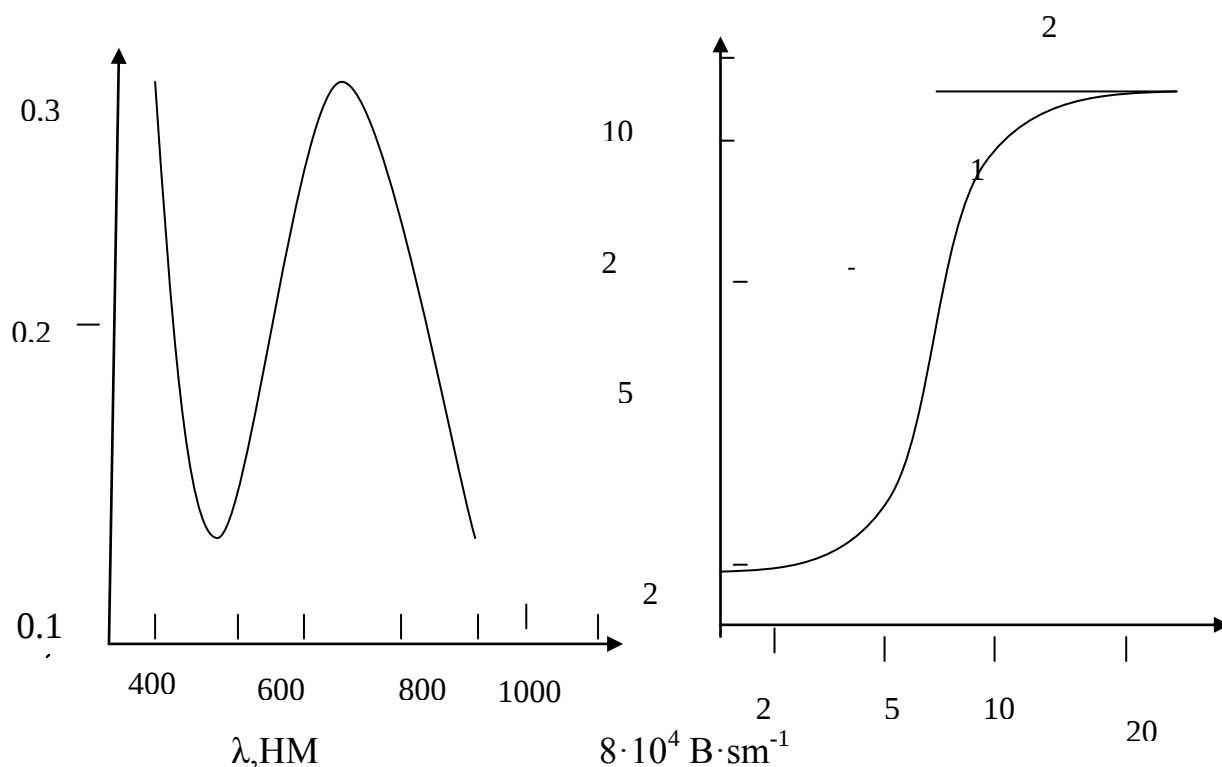
Noorganik fotoo`tkazgichlarda injeksiyali sensibilizatsiyani birinchi marta Guseyo tomonidan tekshirilgan. U rux oksidi bilan organik rang kontaktida sensibilizatsiyani fotoeffektini aniqlagan (keyinchalik bu hodisani injeksiyali deb nomlangan). Yupqa pardali geterostrukturaga ega bo`lgan ZnO dagi sensibilizatsiya 100mkml qalin rux oksidining polinrenyatalim qatlamli polimer leotrisaiga dispechirlanadi va 100mkml yupqaroq bo`lgan organik rang eritrozinning yupqa qatlami ZnO ga kiritilib to`yingan eritrozin eritilmasiga tushirilib so`ngra tekshirish ishlari olib borilgan. Injektsiyali sensibilizatsiyaning effektivligi ZnO pardasidagi spektrli sensibilizatsiya effektivligi bilan solishtirishi imkoniyatiga ega bo`ladi, rang ikkalasida ham bir hil (spektrol sensibilizatsiyada monokristalim rux oksidi sirtiga rang mono parda sifatida kiritilgan va polimer mtrisasi so`ngra dispechirlangan). ZnO – razamin sistemasida yupqa pardali ZnOdi (qalinligi 1mkm atrofida) tagligiga  $\text{ZnNO}_3$  suvli eritmasini sepishi metodi bilan tayyorlanib 400-450°C gacha qizitilganda vakumga rodalin B bog`lantirilgan so`ngra tekshirish olib borilgan. ZnO rodalin V chegarasidagi borerini hisobiga olgan holda sensibilizatsiya modeli asosida tekshirilgan rangdagi fotoelektranglar ZnO ni o`tkazuvchanlik zonasiga injeksiyalanadi, qolgan kovaklar $\text{O}_2(\text{O}^-_2)$ tomonidan tutilib elektronlar bilan rekombinasiyalanadi. Bu jarayonni amalga oshishi uchun rang pardada mayda va chuqur donorli tutqichlar bo`lishi shart. Cd(SSe) qattiq halkagen eritmasida ham ZnO da sensibilizatsiya kuzatiladi. Yupqa pardali strukturaga ega bo`lgan CdS dagi pardaga punasianal va pritosning 1kmk qalinlikdagi qatlamida sensibilizatsiya jarayoni amalga oshishi aniqlashadi. Cds fotoo`tkazuvchanlik chegarasida pinosianal pardali sensibilizatsiyada 600nm dan 750nm ga siljiydi (parda qalinligi 0.5mkm). Galogenid kumushda injeksiyali sensibilizatsiyani kuzatish uchun AdVg rang va AdJ-rang sistemasidan foydalangan. O-xloranilli elektron akseptorlar bilan lechirlangan va rang zaryad tashuvchilar konseptrasiyalinishi ortiruvchi (merosianin P-tupdagi rang o`rnida). Fotoo`tkazgichda chiqishi ishi farqini ortiruvchi va rangda hamda AdJ da amalda fotoeffektni kuchaytiradi. Galagen kumushdagi injeksiyali sensibilizatsiyani r-p

mexanizmi muommolariga bog'liqligi aniqlandi. Sensibilizator sifatida organik ranglardan asosan foydalanilgan.

Navbatda nokristal fotoo'tkazgichlarning tipik vakili bo'lgan amorf Se dagi injeksiyali sensibilizatsiya jarayonini ko'rib chiqaylik. Injektsiyali sensibilizatsiya amorf Se ning Se kristalida amorf S_6S_3 va AS_2Se_3 , amorf Se hamda S da ham organik ranglar tasirida injeksiyali sensibilizatsiya yuzaga kelishi aniqlandi. Fotoo'tkazgichlardagi injeksiyali sensibilizatsiyani amalga oshishidagi asosiy uning xxxx qorong'ulik injeksiyalarga bog'liqligi hisoblanadi. Bunday muommoni asosiy yechimning asosiy yo'li r-p-geterostrukturadagi injeksiyali sensibilizatsiyani boshqarib qorong'ulik injeksiyasini kamaytirish kerak.

Amorf Se asosidagi p-r strukturasi molekulyar va molekulyar osti strukturasi o'zgarishiga asosan o'tkazuvchanlik zonasi va zona kengligini boshqarish imkoniyatlari mavjud. Imkoniyatlardan birida p tur qatlamining ma'lum qismi amorf formasidagi Se dan, va r turning ma'lum qismi kristall fazadagi geterogen amorf Se dan yoki polikristall Se dan iborat bo'ladi. Polikristall Se dagi sensibilizatsiya zonaning fotosezgirliги 600nm dan 1100 nm gacha siljigan bo'ladi, (rasm 9) bunday holda kritilgan maydon kattaligi $7 \cdot 10^7 - 2 \cdot 10^5 \text{ V} \cdot \text{cm}^{-1}$ oralig'ida bo'lganda ham kvant chiqish maydonga bog'liq bo'lmaydi. (rasm 10).

Ikkinchi imkoniyat (usul) birinchidan tubdan farq qilgan amorf formasidagi Se ning p va r tiplariga asoslangan bo'ladi. Tayyorlangan geterostruktura qatlami sirtiga ionli yoki qutbli elektronlar zaryadi kiritlganda geterostrukturaning mos zapor yo'nalishi $B \cdot 10^3 \text{ c}$ gacha oraliqda hotiraga ega bo'ladi (boshlang'ich maydon kattaligi $3 \cdot 10^5 \text{ V} \cdot \text{sm}^{-1}$). Aksincha qutbli bo'lganda hotiralash uzunligi 10c gacha kamayadi, va strukturani to'g'rilash ko'rsatkichi effektivligi 400ga teng bo'ladi.



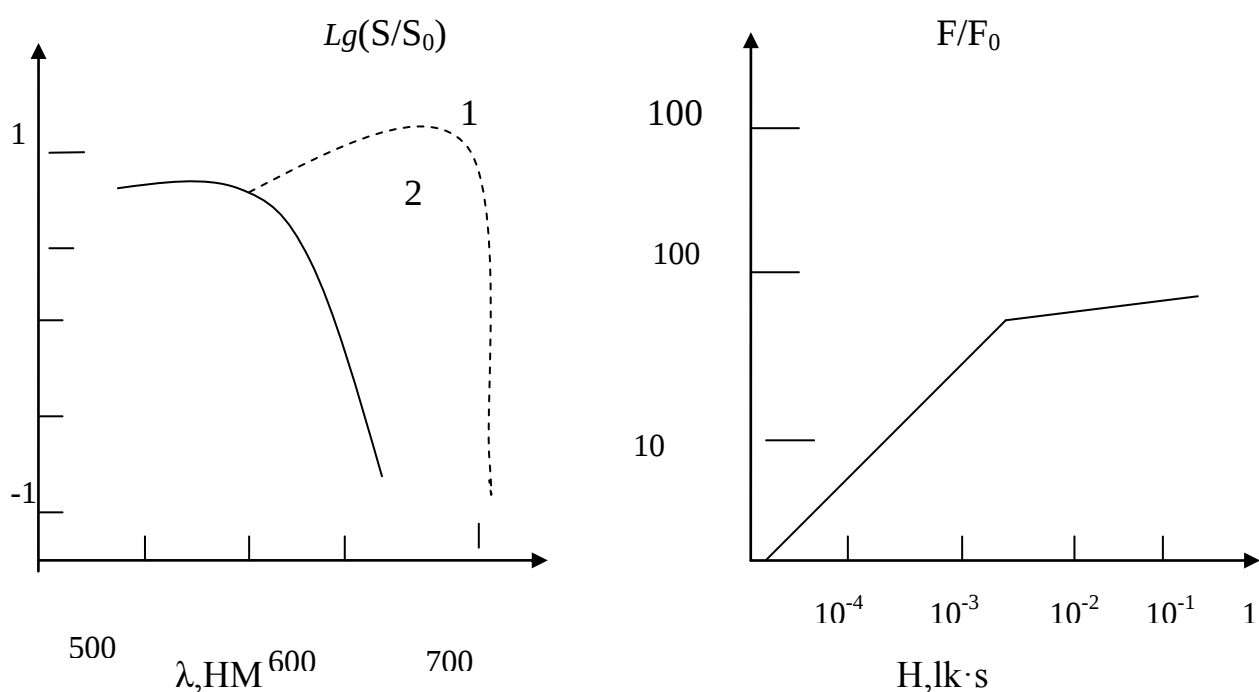
Rasm 9 Kristal selen bilan injeksiyalı sensibilizatsiyalangan amorf selenning fotosezgirlik spektri.

Rasm 10. Kristal Se ni amorf holatidagi injeksiyalı sensibilizatsiyani maydonga 3 kvant chiqishni bog'liqligi.

Geterostruktura qatlamining hotiralash uzunligi yuqori izohonpramatik sezgirlik bilan o'xshashlikka ega bo'ladi (rasm 11). Bu vaqtda sistemaning javob qaytarishi yoritilishi miqdorini kantrollash koeffisientini xarakterlaydi, u birga yaqin, va katta diapazonlarda javob berishni uch tartibgacha o'zgartirishi mumkin (12 rasm). Qayt etish lozimki, kontrast koeffisientining qiymati elektron kovakni o'tishida fotodiodning ishlash rejimini harakterlab beruvchi vosita hisoblanadi. Injektsiyali sensibilizatsiyani amalgam oshirishda Se va S organik ranglar sistemasi bilan qatlam Se (S) qalinligi 5-20 mkm va rang qatlami 0.1-0.6mkm qalinlikda tayyorlangan.

EF rejimida sensibilizatsiya vaqtida olingan kvant chiqish 10^{-2} - 10^{-1} ga teng bo'lib, fotoo'tkazuvchanlik spektri ranglarning qattiq holda pardasidagi yutilishi spektriga solishtirilsa mos keladi. Amorf Se ftayasionnic H_2Pc berilganda effektiv injeksiyalı

sensibilizatsiya kuzatilgan va effektiv sensibilizatsiya maydonga kuchli bogʻliq boʻladi, shuningdek fotooʻtkazuvchanlik spektri H_2Pc ni yutilish spektriga mos kelgan. Kuchli elektr maydonda mokisimon kvant effektivligi sensibilizatsiya vaqtida 0.6 ga etadi. Bunda yorugʻlik yutilishi H_2Pc dagi zaryad tashuvchilarning generatsiyali harakati tufayli amalga oshadi. Tashqi elektr maydon taʼsirida ular buning chegarasida injeksiyalanadi va Se ning kuchuni qatlamiga yaqinlashadi.



Rasm 11. Geterostrukturali selen 1AF-selen 2AF (1) va izopanxramatik fotografik qatlamli izopanxrom (2)ning fotosezgirlik spektri.

Rasm 12. Selen – selen geterastrukturani sistema javobi bilan yoritilganlik miqdori orasidagi bogʻlanish.

Injeksiyalı sensibilizatsiyaga uchrovchi fotoo`tkazgichlar va asosiy sensibilizatorlar haqidagi asosiy ma'lumot quydagi jadvalda keltirilgan.

Fotoo`tkazgichlardagi injeksiyalı sensibilizatsiya va
sensibilizatorlar haqida ma'lumot jadvali.

Fotoo`tkazgichlar	Sensibilizatorlar
Monokristall antrasen	Organik ranglar
Shuni o`zi	Oltin, ishqoriy metallar
Polivinil porbazol (PVK)	Amorf selen
PVK, TNF: PVK,TNF: PVK ranglar bilan sensibilizatsiyalangan	Selenning amorf strukturasi o`xshash kristall struktura
Shuni o`zi	CdS, qattiq eritmali Cd(SSe)
Shuni o`zi	Monokristall SeCd
Shuni o`zi	Polikristall SeCd
Shuni o`zi	Oltin, mis, alyuminiy
Trinitraflufenan (TNF)	Amorf selen
TNF PVK:	Amorf selen

Rux oksidi	Organik rang
Shuni o`zi	Xalpagen Cd (SSe) qattiq eritmalar
Kadmiyli oltingugurt	Organik ranglar, pinatsianal, kriptosianin
AgBr, AgJ	Organik rang
Shuni o`zi	Ruh oksidi
Amorf selen	Selen kristall
Shuni o`zi	Uch oltingugurtli surma
Shuni o`zi	Uch oltingugurtli
Amorf selen, oltin gugurt	Organik rang
Monoklin selennit amorf analogi	Trigonal selennit amorf analogi

2.4. Injeksiyali sensibilizatsiya mexanizimi.

Injeksiyali sensibilizatsiya spectral sensibilizatsiyaga aynan o'xshash zaryad ko'chirish mexanizimiga asoslangan yoki sensibilizator qatlamidan fotoo'tkazgich qatlamiga energiya ko'chishini amalga oshiradigan mexanizmga asoslangan. Har ikkala mexanizm energiya defisitini biriktiruvchi manba hisoblanadi, va kichik energiyali foton energiyali yordamda sensibilizatsiyaga uchrovchi fotoo'tkazgichda zaryad tashuvchilar yuzaga keladi, bu uzun to'lqin sohasidagi chegarada fotoo'tkazgichning yorug'lik sezgirligi energiyadan kam bo'ladi.

Ikki qatlamli geterastruktura pardasidagi injeksiyali sensibilizatsiya mexanizimining ko'rib chiqaylik (Rasm 2); sensibilizator qatlami ko'zga ko'rinadigan yorug'likni yutilishini amalga oshiriladi va zaryad tashuvchilar bilan taminlaydi yoki energiyani chegaraga ko'chiradi va fotoo'tkazgich qatlamda bo'lishi chegarasida yig'uvchi elektroзда (o'lchanuvchi) zaryad tashuvchilarni ko'chishini amalga oshiradi. Bunday masalani hal etishda zaryad tashuvchilar sensibilizatsiyalangan pardali yoki fotoo'tkazgichdan yuzaga keladi, shuningsek taxlil etish orqali sensibilizatsiya effektivligini elektr maydon ta'siri qanday bo'ladi degan savollarga e'tibor berish kerak. Agar zaryad injeksiyasi dominiruvchi bo'lsa u holda maydonga bog'liq ravishda sensibilizatorida tashuvchilar generatsiyalanadi (agar shunday holat mavjud bo'lsa) va maydonga bog'liq ravishda tashuvchilar injeksiyali fotoo'tkazgichda amalga oshadi. Agar energiya berish yo'li sensibilizatsiya effektivligi g'alayonlansa u holda maydon ta'siriga bog'liq ravishda sensibilizatsiyalangan fotoo'tkazgichlarda zaryad tashuvchining hususiy fotoenergiyasi amalga oshadi. Tabiiyki bu holda fotoo'tkazgich imkoniyat darajasida har qanday tashuvchilarning termik generatsiyasidan holi bo'lishi kerak va qatlam qalinligidan fotogeneratsiyali tashuvchilarni ko'chirish qobiliyatiga hatto birgalikda ham ega bolishi (yoki injeksiyalash) kerak bo'ladi. Tekshirishda uchta fotoo'tkazgich tanlab olingan. Ular quydagi shartlarga to'liq javob berishi etiborga olingan: Birinchidan, amorf Se tozalangan holda bo'lganda $E=10^5 \text{ Bsm}^{-1}$

kattalikdagi maydonda Mche zaryad tashuvchilar siljishi kavaklar uchun $(1.3-6.3) \cdot 10^{-1} \text{sm}$ teng bo'lishi kerak, elektronlar uchun $(2.4-3.1) \cdot 10^{-2} \text{sm}$. Ikkinchidan PVK erishish mumkin bo'lgan maydon kuchlanganligida ($10^6 \text{B} \cdot \text{sm}^{-1}$ tartibda) kovaklar ko'chishi 30mkm ga bo'lishi kerak. Uchinchidan TNR aksentor-eltronlarning elektronlari siljishi 4.8 kattalikda bo'lishi kerak. Bunda maydoa kattaligi $10^5 \text{B} \cdot \text{sm}^{-1}$ ga yetadi. Fotoinduksirlangan kondensatarli razryad metodi yordamida tekshirishlar olib borilganda yuzaga keladigan impulsli eritishdagi qayd etilmagan to'k bloglovchi kontakdagi elektrod yacheykasi yordamiyda yoki EF-rejimda o'lchanadi. Tekshirishlar olib borilayotgan fotoo'tkazgichdagi elektrinlar yoki kovaklar siljishi injeksiyalangan tashuvchilarning amaliy jihatdan to'liq ravishda to'planishi hisobiga yuzaga keladi. Birinchi navbatda ikki qatlamli sistemada bir hil organik ranglar sensibilizatrlar bilan sensibilizatsiyalangan PVK effektivligi solishtirilgan so'ngra PVK ni molekulyar eritmasida tekshirilgan. Barcha tekshirilgan sistemalarda fotoinjeksiyalangan to'k fotonlar oqimining birinchi darajasiga proparsionasl ekanligi isbotlandi. Fotonlar oqimi zichligi kichik bo'lib ($10^{14} \text{sm}^{-2} \cdot \text{s}^{-1}$ dan katta emas), sensibilizatorning qo'zg'atilgan holatidagi yashash vaqti ($10^{-6}-10^{-10} \text{s}$) teng bo'lib ko'p fotonli yutilishni yoki eksiton-eksitonli o'zaro tasirni hisobga olinmaydi. Shuning uchun bir fotonli effekt mexanizmi ko'rib chiqiladi fotonlarning to'liq yutilishini amalga oshirish uchun sensibilizatsiyalashgan qatlam qalinligi qalinroq (0.2mkm dan qalin) bo'lishi olingan malumotlar interpretatsiyasini yengillashtirishi mumkin. Fotoo'tkazgich va sensibilizatsiyadagi yutishish spektrlarini berkitishi mumkin bo'lmaydi.

Fotoo'tkazuvchanlik spektrini maydoni ta'siriga bag'lanishni (yoki fotogeneratsiyadagi kvant chiqishi) hisobga olishda barcha tipik sistemalarda quydagi asosiy hususiyatlarni hisobga olish kerak bo'ladi.

1. Kuchli maydonlarda sensibilizatsiya effektivini 10-70% ga yetadi.

1 Hususiyat va sensibilizatsiyalangan fotoeffekt maydonga kuchli bog'liq bo'ladi. Ammo bo'nday bog'lanish turlariga fotoo'tkazgich sistemada faqat transport vazifasini bajaradi.

2 Kvant chiqishi 3 (yoki kvant effektivligi 3, ya'ni hisobga olingan tushuvchi fotonlar soni) sensibilizatsiyalangan qatlamga nisbatan ko'rinish sohasidagi spektrda fotoo'tkazgichga qaraganda yuqori boladi.

3 Sensibilizator harakteri stikasi sifatida fotoo'tkazuvchanlik spektri olinadi, fotoo'tkazgich qatlamdagi ko'chish emas.

4 Sensibilizatsiya effektivligi sensibilizatsiyalangan qatlam qalinligi 0.5 mkmdan ortmaganda kamaymaydi (ba'zi holatlarda) hatto qarshi tomondagi fotoo'tkazgich kuchli yorug'lik yutilishi tomonidan sensibilizator yoritilganda ham. Se-PVK va Se-TNF sistemasida Se qatlami qalinligi 10 mkmga yetganda ham sensibilizatsiya effektivligi kamaymaydi.

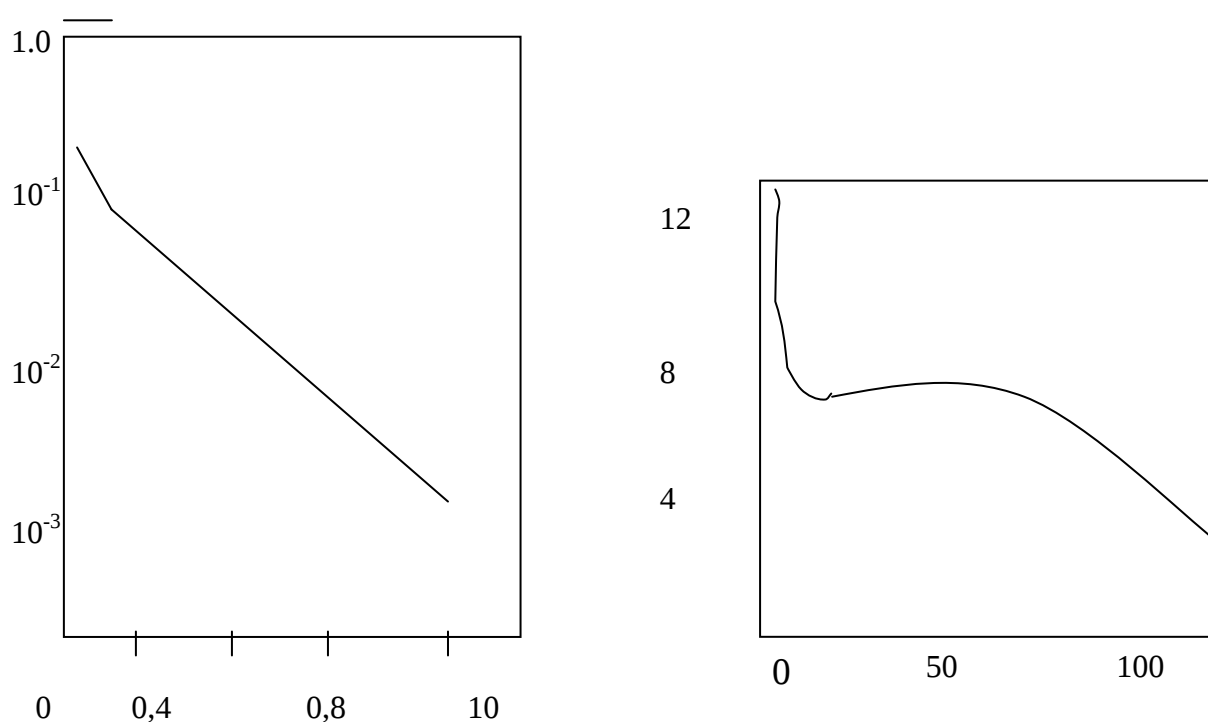
5 Yutilish spektrini yo'lini ma'lum miqdorda berkilishi amalga oshmaganda yoki ko'pchilik sensibilizator nurlanishida va fotoo'tkazgichning yutilishi spektorida yo'lning berkitilishi yuza kelmaydi.

Bunday hulosalar qilish PVK ning barcha sensibilizatorlari uchun ko'rinish sohasidagi spektr yo'lga mos keladi, shuningdek H_2 P_cni Se bilan qizil sohadagi spektor yo'lga, TNF uchun yutilishi spektridagi yo'lining bekitilishi bazi bir sensibilizatorlarda ko'k-binafsha sohasida TNF spektorini ma'lumotlari bir tomonlama interpretatsiya qilishi imkonini bermaydi. Chunki $\lambda < 454$ nm to'lqin uzunligi bilan TNF qatlami yoritilsa Seli fotoo'tkazuvchanlik kamayib boradi.

Ma'lumotlar shuni ko'rsatadiki injeksiyalı sensibilizatsiya mehanizimida daminirurlanish bu sistemalardasensibilizatsiyalangan qatlamlarda tashuvchilar harakatlanganligi generatsiyani o'ziga qo'shadi va shundan so'ng fotoo'tkazuvchan transport qatlamida injeksiyalanadi. Buning isboti sensibilizatsiyalanish bilan fotoo'tkazuvchanlik o'rtasida turlicha maydon

bogʻlanishi mavjudligi. Baʼzi bir holatlarda sensibilizatsiyali fotooʻtkazuvchanlik fotooʻtkazgichga nisbatan yuqori boʻladi, hattoki juda kuchli yutilishida yuzaga kelgan orgumentlar zaryad berishi mehanizimi foydasiga hizmat qiladi. Noorganik sensibilizatorlarda boʻlgan amorf Seda 3 sensibilizatsiyadagi kvant chiqishi 3 fotooʻtkazgichga qaraganda katta boʻlib zaryad berishdagi injeksiyali sensibilizatsiya mehanizimi asosida interpretatsiya qilinadi. PVK sensibilizatsiyada selenning p-turi uchun ham, r-turi uchun ham birinchi stadiyadagi injeksiya Se dagi elektron kavak juftligi fotogeneratsiyasi tufayli amalga oshadi, soʻngra ikkinchi stadiyaga PVK uchun tashuvchilarning yutuqli chegarasida kavaklar injeksiyalanadi va keyinchalik PVKga koʻchadi. Sensibilizatsiyani 0.5 mkm qalinlikdagi qatlamlarda oʻta effektiv boʻlish tashuvchilar injeksiyasi toʻgʻrisidagi gipotezani toʻgʻri ekanligini bildiradi. Diffuz yugurish uzunligi singlet eksitonlarda tirik organik qattiq moddalar 0.15 mkmdan kam boʻladi va qatlam qalinligi 0.4 mkmda barcha harakatchanlikdagi eksitonlar ushlagan holda boʻladi, bunday holat transport qatlamga yetguncha davom etadi. Ikkinchi tomondan sensibilizatorlardagi zaryad tashuvchilar siljishi shunchalikki, kuchli maydonlarda 0.5 mkm qalinlikdagi qatlamdan tashuvchilar koʻchishi amalga oshadi. Keltirilgan orgumentlar tekshirilayotgan sistemalardagi injeksiyali sensibilizatsiya amalga oshishida zaryad uzatish mehanizimi oʻrinli ekan. Bu mehanizm injeksiyali sensibilizatsiyada PVK qatlami sensibilizatsiyalanganda (sariq rang bilan) kavaklarni qisman siljishi orqali koʻrinarli ravishda namoyon boʻladi. Sensibilizator sifatida rang yupqa qatlamli kristallga kiritiladi. PVK pardasi qalinligi 8 mkm va qatlam tomonidan struktura yoritiladi, taglik tomonda emas (rasm 2.a) monoxramatik nurlanishdan kuchli yutilish amalga oshadi, rang qatlami qalinligi ortib borish bilan injeksiya effektivligi kamayib boradi goʻyoki maydon sensibilizatorlarda $10^6 \text{B} \cdot \text{sm}^{-1}$ boʻlgandagidek tashuvchilar siljishi kattaligi 0.11 mkmga teng boʻladi (Rasm 13) Se – PVK sistemasidagi strukturada kavaklar koʻchishini sondvich – yacheykasida 433 nm toʻlqin uzunlikka ega boʻlgan yorugʻlik implusi takrorligi 10 mne holatda oʻrgangan. Tipik egri chiziqda oʻrinlatilmagan fototok koʻrinish (Rasm 14) koʻrsatilgan. Koʻrinib turibtki,

birlamchi dreyf tezligi tashuvchilar Se qatlami orqali tashuvchilarning yuqori harakatlanganligi PVK qatlamdagi injeksiyalangan kavaklardagi sekinlashgan dreyfga o'tadi. Barcha injeksiyalangan kavaklar oxir oqibatda elektrodda to'planadi, ammo jarayon vaqdi sekundan ortmaydi. Bu holda tashuvchilar bevosita Se da generatsiyalanish momentidan to elektrodga kelish momentigacha uyg'unlashadi. Tashuvchilar injeksiyasini maydonga bog'liq hususiyati tekshirilib turlicha gipotezalar taklif etilgan, shularda birinchi navbatda quydagi gipoteza olingan, ya'ni sensibilizator – fotoo'tkazgich chegarasida mavjudligi haqidagi gipoteza. Keyinchalik kuzatilayotgan effekt yuqori harakatchanlikka ega bo'lgan sensibilizator (masalan Se) bilan kam harakatchanlikka ega bo'lgan fotoo'tkazgich (masalan PVK) o'rtasida fazoviy zaryad yuzaga kelishi aniqlanadi va amalga oshayotgan effekt uchbu gipoteza asosida tushuniladi.



Rasm 13. Sensibilizator qatlam qalinligi bilan PVK-sariq pigment struktura uchun kvant chiqish orasidagi bog'lanish $E=10^6 \text{ B} \cdot \text{sm}^{-1}$ ga hisoblangan tashuvchular siljish kattaligi 0.11 mkm uchun siniq bo'lgan egri chiziq, aylanalar esa ekspriment uchun ko'rsatilgan.

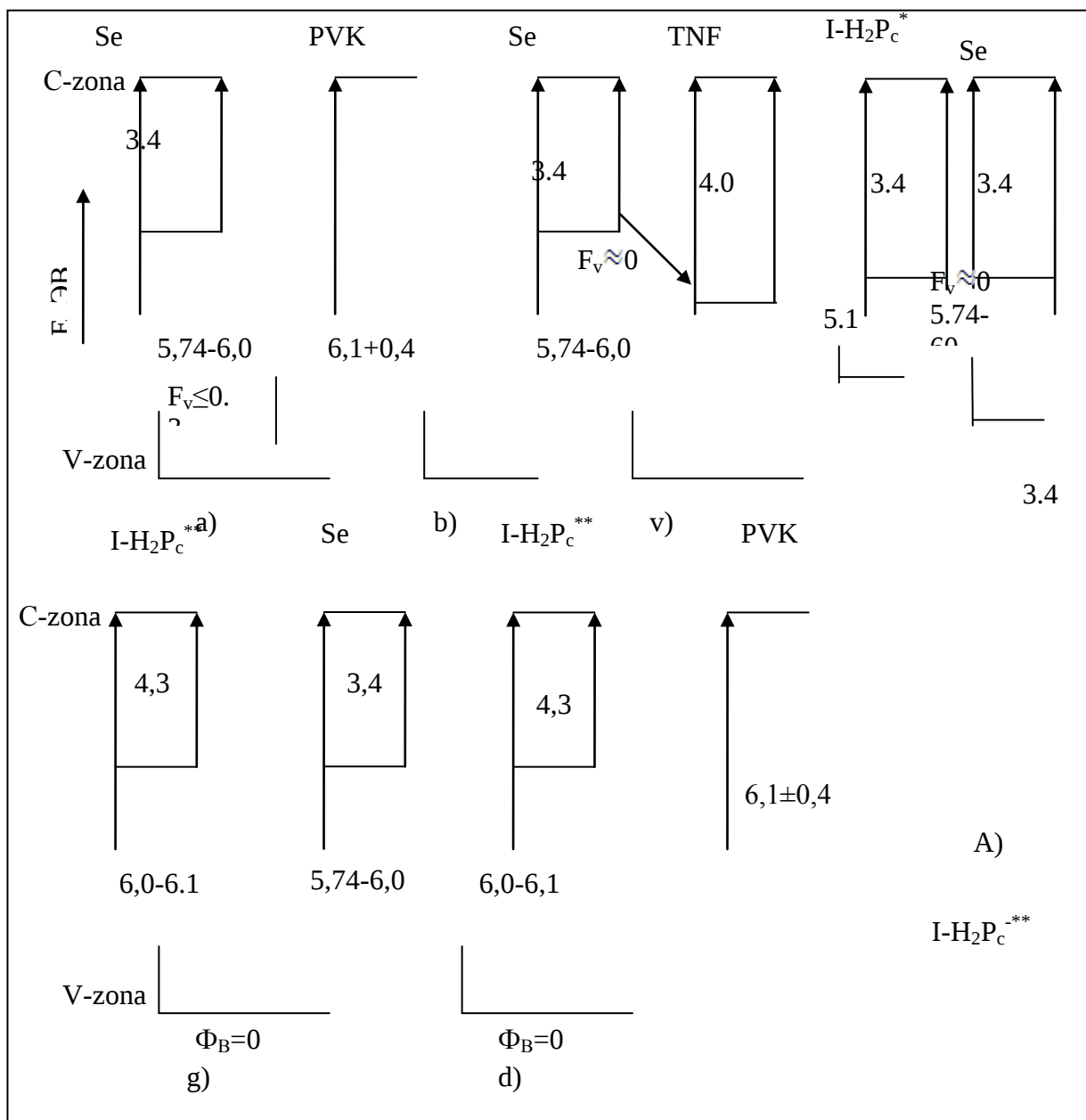
Rasm 14. Selen PVK strukturalari uchun o'rnatilmagan fototokning tipik egri chizig'i takrorligi komks bo'lgan impulsli yorug'lik bilan $\lambda = 433$ nm da selen yoritilgan selen qatlami qalinligi 3 mkm, PVK niki 10 mkm.

Zaryadning effektiv injeksiyalanishi uchun, ya'ni sensibilizatorning o'tkazuvchanlik zonasi elektron injeksiyasini yengil o'tkazish uchun sezgir materiallarga nisbatan qisman yuqori, valent zona esa sensibilizatorlarda kavaklar injeksiyasi yengil o'tishi uchun fotoo'tkazgichlikka nisbatan qisman pasta joylashgan bo'ladi. Energetik sathlarni ko'rilayotgan sistemalardagi joylashuv jadvalda keltirilgan (effektning turli holda zona egilishi va chegaraviy energetik holat). Ionizatsiya potensialini o'xshashligi valent zonaning energetik jihatdan joylashuvini harakterlaydi va elektronlarning o'xshashligi kattaligi o'tkazuvchanlik zonasining joylashuvini harakterlashishi energetik nuqtai nazardan PVK dagi amorf Se uchun kavaklar injeksiyani, TNF dagi Se uchun elektronlar injeksiyasini yuzaga kelishini qoniqtiradi. (Rasm 15). H_2P_c ni Se ga kiritilgan fotog'layonlar injeksiyani eng yuqori effektivlikka ega bo'lishiga sabab H_2P_c ni valen zonasi 5.1 eV ga yaqin joylashishi o'tkazuvchanlik zonasi esa 1.7 eV dan yuqorida bo'lishini bildiradi (fotoo'tkazuvchanlikning energetik chegarasi).

Jc ionizatsiya potentsiali va A_c elektron srazstva ba'zi bir sensibilizatorlar va fotoo'tkazgichlarni injeksiyali sensibilizatsiyalanish holati haqida ma'lumot jadvali.

Materiallar	J_c , ЭВ	A_c , ЭВ
Amorf selen	5.9 5.86 6.0 5.74	3.4 - - 3.4
λ -H ₂ Pc (hajmiy holatda)	6.0 – 6.1 6.0	4.3 4.3
λ -H ₂ Pc (Sirt holati bo'yicha)	5.15 (4.52) 5.2 5.05 – 5.22 5.2 5.15 4.7 – 5.0	- - - - ≈ 3.4 -
PVK	6.1 ± 0.4 ≈ 6.0	- -
TNF	-	≈ 4.0

Ammo ftolosionin ham fotog'layonlangan kavaklar effektiv injeksiyasini Se va PVK amlga oshiradi, bu esa chuqur holda joylashgan sathlar 6.0 ЭВ chegaraasida joylashuviga katta ahamiyat kasb etadi (bunday 6.0 ЭВ da sathni joylashui 4.3 ЭВ ni elektron srozstvaga mos tushadi), chunki u 1.7 ЭВ dan yuqorida joylashadi. Ftoyasianin strukturasini energetik sathini kam o'rganilgan bo'lsada, ma'lum bo'lgan nazariy ham eksprementpl natijalar tashuvchilar injeksiyasi mavjudligi uchun yetarligini isbotlaydi.



Rasm 15. Sensibilizator – fotooʻtkazgich geterofazali sistemasini energetik sathi sxemasi.

a) Amorf Se-PVK (kovak injeksiyasi) b) amorf Se-TNF (elektronlar injeksiyasi);
v) I-H₂P_c^{*} amorf Se elektronlar injeksiyasi); 2) I-H₂P_c^{**}-amorf Se (kovak injeksiyasi);
d) I-H₂P_c^{**}-PVK (kovak injeksiyasi); Bitta yulduzcha sirt holati, ikkita yulduzcha hajmiy holat.

Sensibilizat – fotoo`tkazgich sistemasining energetik strukturasi sistemaning alohida elektronlardan farqli bo`ladi. Bunday energetik strukturadagi r-p o`tishini yuza kelishi bilan bog`liq bo`lib sensibilizator fotoo`tkazgich bilan kontaktlashgan kompleks ravishda zaryad kuchi amalga oshadi va kuchli elektr maydonga kiritilganda kontakt potensialidan borerini kamaytirishga olib keladi.

Meyr, Nelson va Levi tomonida taklif etilgan p-r-sensibilizatsiya mehanizmi Akimov, G`oziev tomonidan to`liq tahlil qilingan bo`lib, tahlilga ko`ra sensibilizatsiya effektivligi modeliga ko`ra rang fotoo`tkazgich bilan kontaktlashganda elektr maydonda elektron kavak juftligini generariyasiylan yoru`glikni bo`linish jarayoni bilan aniqlanadi. Bunday maydonni yuza kelishi sharoitida sensibilizatsiyani yahshi yoki yomonroq bo`lishi bilan bog`liq. Shunga qaramay r-p-sensibilizatsiya mehanizimi hozirgi davrda ham diskussiyaga sabab bo`lmoqda. Elektron potensialini Cd sirtida adsobsiyalangan rang yordamida va qattiq pardalarda pinasionol monoqatlamlarda, rodamin B, va trikorbotsianin CdS dagi potensialni o`lchash r-p- modelni rad etadi. Shuning uchun spectral sensibilizatsiyada asosiy ro`lni molekulyar maydondagi elektron uzatish modeliga qaratildi. Hulosaga ko`ra r-p-to`siq moslashuv o`rniga zaryad ko`chishiga qarshilik qilar ekan. Sensibilizator molekulasidagi ga`layonlangan elektronlarning bog`lanishi energiyasi va fotoo`tkazgichdagi o`tkazuvchanlik zonasi elektronlar o`rtasida asosan tronzit elektronlar r-p-o`tishdagi potensialga qarshi bo`ladi. Shunday qilib, rangdan fotoo`tkazgichga o`tkazadigan elektronlarga sabab fotoo`tkazgichdagi o`tkazuvchanlik zonasidagi rang molekulasi g`alayonlanganda bog`langan elektronlardagi bog`lanishi energiyasi o`rtasida energiya farqi yuzaga kelishi hisoblanadi.

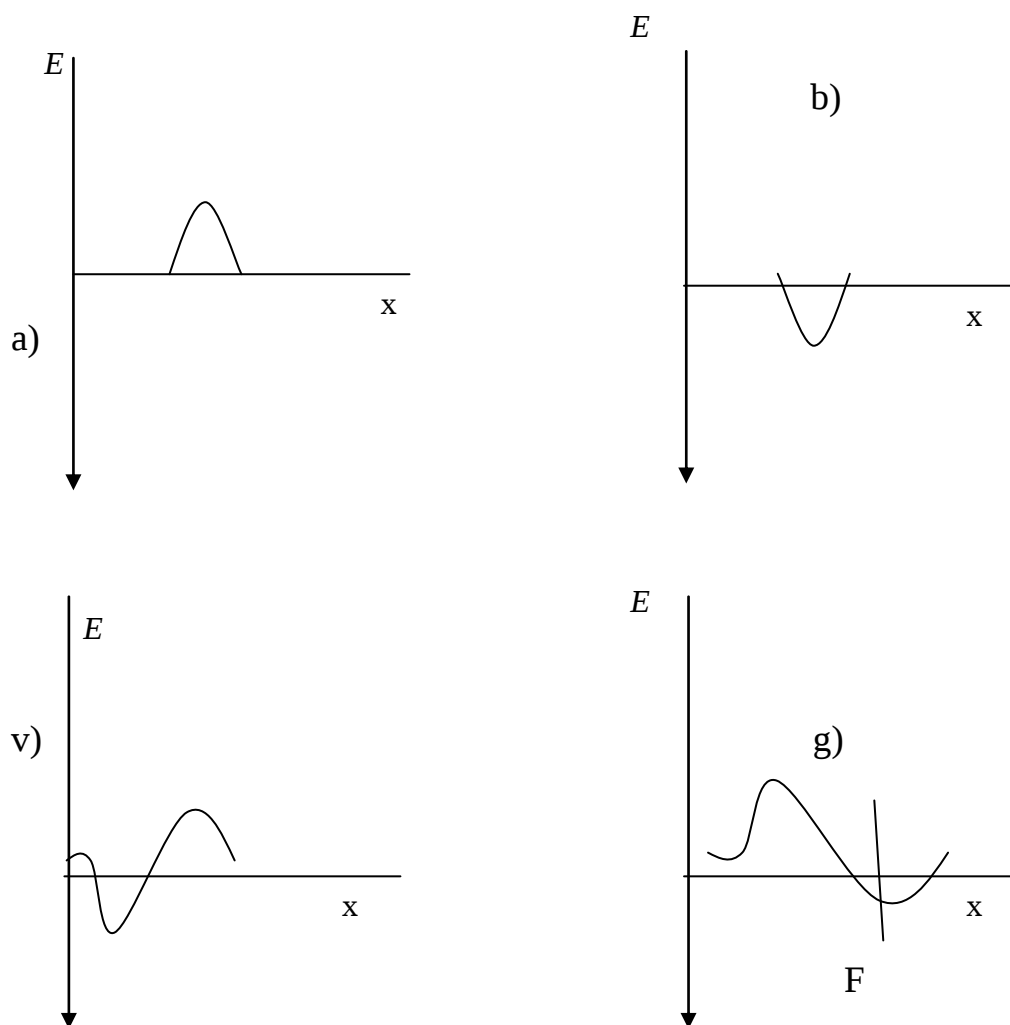
Yuqori effektivlikka injeksiyali sensibilizatsiyada ega bo`lshi holkagenidli pomesiklik aromatik bog`lanishlarda kontakt bilan kompleks zaryadni ko`chishi o`tish sohasining tegishli joyi bilan bog`liq bo`lib holkogen va aromatic bog`lanishdagi valent zonasi chetidagi yuzaga keladigan sathlarni bir donasigacha to`g`rilanishi bilan bog`liq bo`ladi. Bu madel bir tomondan armatik sistemalarda

(shuningdek PVK da ham) elektronli akseptorlarda KB ni hosil qilsa ikkinchi tomondan halokagrnlarining qobiliyatini (Se uchun ham) yani elektron qobig'iga qoshimcha elektronlarni qo'shilishiga sabab boladi, bunday harakter elektronlar qobig'ining tashqi qisimida to'ldirilmagan gruppadagi elektronlar ekvivalentligidagi atomlar uchun hosdir (Se ning r-elektronlar gruppasi to'ldirilmagan).

2.5 Zaryad ko`chirishdagi injeksiyali sensibilizatsiya nazariyasi.

Zaryad ko`chirishdagi injeksiyali sensibilizatsiya hodisasi, fotoeffekt jarayonida effektiv sensibilizatsiyaga asosan bog`liq bo`lib, kontakt orqali yuza keladigan fotoinjeksiyali tokni yuzaga kelishi jarayoni bazasi asosida amalga oshadi. Potensial to`siq balandligi F_b fotoo`tkazgich bilan metall bo`linish chegarasida yuzaga keladi va ikkita empirik qonuniyatga bo`ysunadi. Birinchisi, metallardagi  $F_b$  ni o`zgartirishga tegishli bolib, fotoo`tkazgich berilishiga, ikkinchisi esa kavalent bog`lanishda bo`lgan metall va fotoo`tkazgichdagi F_b kattalikni aniqlaydi. Birinchi qonuniyatda F_b metalladagi chiqish ishi farqi F_b va fotoo`tkazgichga elektron kirishi  $A_c$ , ya'ni  $F_b = F_t - A_c$ . Bunda  $F_t$  energiya o`rnida keladi, Ferli sathida elektronni chiqarib, vakumga ko`chirish uchun sarf qilinadi,;  $A_c$  –kirishish (sarflash - srodstva), ya'ni vakumdan o`tkazuvchanlik zonasiga elektronni ko`chirishda elektron o`ziga biriktirib olgan energiya sarfi F_m kattalik bazi metallar uchun aniq amalda F_m bilan bog`liq bo`lgan elektromagnitlik X_m qo`llaniladi. Berilgan fotoo`tkazgichda F_m chiziqli ortganligi uchun X_m ham ortishi kuzatiladi egrilishi burchagi grafik bo`yicha 1 ga teng bunday bog`lanish asosan ionli bog`lanishlarda eksprementalda kuzatiladi. Ammo kavaletli bog`lanishlarda F_b kattalik X_m ga deyarli bog`liq emas. Oraliq holatlardagrafik burulishi  $F_b$  va  $X_m$  orasida 1 dan oraga o`zgaradi. Ionli materiallar uchun ma'lumotlar yetarlicha, ammo kavalentli bog`lanishli materiallar uchun nazariy ma'lumotlar etarlicha emas. Kavalent bog`lanishli materiallarda $F_b \geq \frac{2}{3} \Delta E_c$ ga teng. ΔE_c man qilingan zona kengaish kavalent bog`lanishli materiallarda sirt zichlik holati yuqori bo`lganligi sababli sathni $\frac{2}{3} \Delta E_c$ joylashganligi o`tkazuvchanlik zonasining tubini anglatadi. Shuning uchun ham bunday materiallarda formi sathi man qilingan zonaning  $\frac{1}{3}$  qismida joylashadi. Injeksiyali sensibilizatsiyada asosiy muammo bu fotoo`tkazgichlarning yuqori omli qarshilikka ega ekanligi va shuning uchun qaydoga asosan kantakt qarshiligi fotoo`tkazgich qarshiligidan deyarli kichik ( $R_c \ll P_B$ ). Agar bu holda qorong`ulikda fotoo`tkazgichning BAX-volt-amper xarakteristikasi chiziq bo`ladi, sistemaning chiziqli bo`lgan qismi kantaktga

bog'liq bo'lib, fotoo'tkazgichning keng sohasidagi kuchlanganlikning chiziqli hususiyati tomonidan maskirovka – berkitiladi. Endi metall – fotoo'tkazgich chegarasida qorong'ulikda elektr maydonning taqsimotining ko'rib chiqaylik. Ishonch asosida fotoo'tkazgich hajmidagi chuqurlikda teng ravishda tashuvchilini zichlik taqsimoti metall bilan kantaktlashganda buziladi misol tariqasida natijaviy elektr maydon $E(x)$ taqsimoti (rasim 16,b) ko'rsatilgan. Rasm 16 da exematik davomida asosiy holatlar uchun muvozanatli maydon $E(x)$ taqsimoti kantakt (katod)ni p-tip fotoo'tkazgich uchun ko'rsatilgan. Boshqa rasmlarda maydon yo'nalishi qarama-qarshi bo'ladi. Analitik taqsimot ko'rinishini elektron va kavaklar uchun Puassan tenglamasini yechishi orqali olinadi.



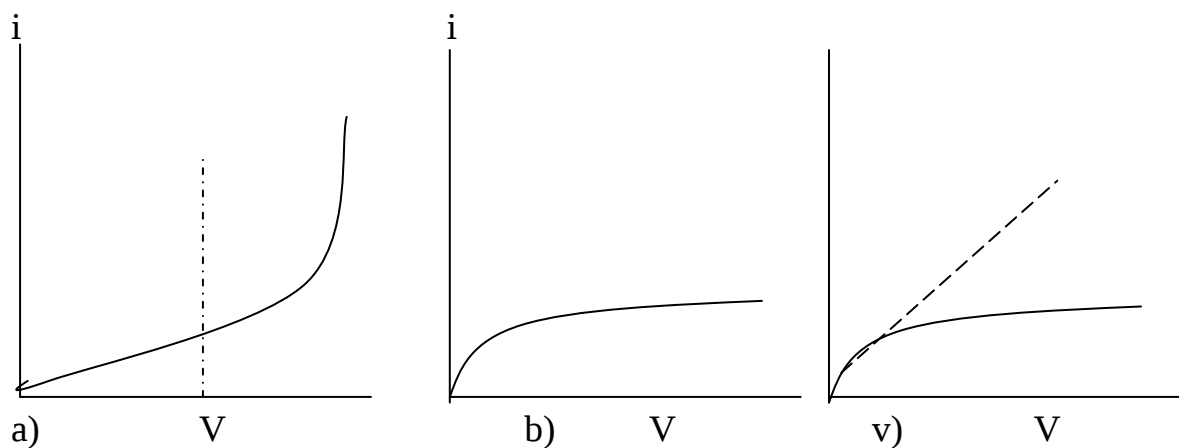
Rasm 16. Elektr maydon taqsimotini turli tip metall (m) –fotoo'tkazgich (f) bo'yicha ko'rinishi.

Kontaktni turli ko`rinishlarini katoddagi taqsimot asosida yuzaga keltirish mumkin, ayniqsa p-tip fotoo`tkazgichlarda. Rasm 16 da a-katakda to`plangan tashuvchilarga to`g`i keladi, rasm 16. b-qatlamni charchaganligi (istaseniyu sloi) ko`rsatadi. Real holatlarda fotoo`tkazgich hajmidagi harakatchan tashuvchilar konsentratsiyasi  $10^{15}\text{sm}^{-3}$  metallardagi konsentarsiyasi  $10^{21}\text{sm}^{-3}$ ga teng. Shuning uchun fotoo`tkazgich metall chegarasida juda ingichka sohasida zaryad tashuvchilarning zichligi keskin o`zgardi. Juda sodda yaqinlashish asosida fotoo`tkazgich metall kontaktdagi chegarasida fotoo`tkazgichda albatta elektr maydon mavjud bo`ladi. Shunga qaramay muammo murakkabligicha qoladi. Bunday sistemalarda R_s va R_B nisbatini aniqlash muhm bo`lib, fotoo`tkazgich sirtidagi zaryad turini va kantaktdagi maydon taqsimotini aniqlash imkoniyatini beradi. Fotoinjektsiya vaqtida bu harakat teristika o`zgarishi mumkin va muammoni korrekt hisobini yanada merakkablashtiradi.

Aytaylik katoz va anod orasidagi fotoo`tkazgichdagi kantaktlar identigli va ularning har birini fotoo`tkazgich hajmiga ta`siri sezilarli bo`lmaydi. Tasvirni o`zgartirishga zaryad ta`siri va tunell effekti ta`sir etmaydi. Rasm 16 da a-kantaktdagi zaryadni pardoza akkumulyatsiyalaydi. Bunday kontakti ko`pkina omik yoki asosiy tashuvchilarni injeksiyalovchi kontakt deb ataladi. Shuni qayd etish lozimki, fotoinjektsiya tashuvchilar tomonidan amalga oshsa metallda fotonlar energiyali g`alayonga keladi, bu energiya to`siq chegarasidan o`tib fotoo`tkazgich tarkibiga kirishga etarli bo`ladi. Fotoinjektsiyani kantakda amalga oshishi (ko`pgincha amalga oshadi) bu holat injeksiyalanmaydigan, yoki bloklashtiruvchi, qorong`ulikda bo`ladi. Bloklashtiruvchi termini deganda kontaktdagi shottni ko`rinishdagi to`siq tushiniladi, ya`ni  $P_c \gg R_B$  shart bajarilganda fotoo`tkazgich sirtidagi tashuvchilarni qo`shilishi amalga oshadi. Ko`pincha bloklashtiruvchi kontakt – bu shottni kantakti bo`lib, bunda  $P_c \gg R_B$  shart bajariladi. Ba`zi hollardagina yuzaga kelgan kantaktlarda may ta`sirida

yuqori omli o'tkazgichlarda qorong'ulikda asosiy tashuvchilar injeksiyasi amalga oshadi.

Injektsiyalovchi kontakda amalda $p-p^+$, $n-n^+$, n^+-i yoki p^+-i sirtidagi, bu yerda i – xususiyat o'tkazuvchanlikni bildiradi, bunday xususiyat $p-i-n$ -diodlarda yaxshi o'rganilgan. Har qanday maydon ideal injeksiyalovchi kontaktda fotoo'tkazgichlarga tashuvchilarni yuborishi mumkin. Fotoo'tkazgich VAX si chiziqli bo'lganda past haroratlarda ham sistema VAX si chiziqli bo'ladi, Fazoviy zaryadni cheklangan (FEG) holatida maksimal qiymatga erishgan tak sohasi kuchlanganlik kvadrati bo'yicha o'zgara boshlaydi (Rasm 17, a). Nochiziqli (super chiziqli) sohani tushuntirishda injeksiyalovchi kantaktni tashuvchilar rezervuari sifatida ta'sir etuvchi deb hisoblansa, natijada fotoo'tkazgich uzliksiz talab etayotgan fototok bilan ta'minlangan bo'ladi. Ba'zi bir sabablar fazoviy zaryadni tarqalishidan saqlaydi. Haqiqarda esa zaryad doimiy ravishda fotoo'tkazgich hajmida dreyflanadi va dielektrik reyaktsiyasi va rekombinatsiya hisobiga neytrallashadi. Quyidagicha mulohaza qilishi to'g'ri desak: 1-dielektrik reaksiya rekombinatsiyaga nisbatan tezroq amalga oshadi; 2-Hajm bo'yicha dreyf jarayoni, dielektrik reaksiyani neytrallashishiga bag'liq bo'lmaganligi va katoddan chiqqan elektronlarni injeksiyalanishi hisobiga amalga oshadi. Tahlil etish mumkinki, elektr maydoni tashuvchilarni dreyflashni ta'minlaydi, uning davri t , anod bilan katod orasidagi tashuvchilarning tronzit vaqtiga teng. Katoddagi tashuvchilar rezervuaridan zaryad chiqadi, natijada fotoo'tkazgich hajmidagi elementida d_0 qiymatga ega bo'lgan qandaydir zaryad zichligi yuzaga keladi. Agar G_d - dielektrik reyaktsiya vaqti bo'lsa zichlik $D=D_0\exp(-t/G_d)$ gat eng va D_0 qamaldi $\exp(-t/G_d)$ kabi. $T_1 \gg Ch_d$ shartida BAX chiziqli bo'ladi. $t_1=T_d$ shartda fazoviy zaryad cheklanish boshlanadi. T_1 vaqti kamayishi bilan tashuvchilar tezligi ortib zichlikni ortishiga sabab bo'ladi. O'tkazuvchanlik ortib T_d kamayishi transit vaqtida kamayishga proporsional bo'ladi.



Rasm 17. turli metall fotoo`tkazgich kantakdagi volt-amper-xarakteristikalar ko`rinishi.

Tashuvchilarni neytrallanishi shunday tez bo`ladiki, go`yoki kirib kelmayotgandek, kirib kelishi esa – go`yoki neytrallanish shunday tezlik

bilan amalga oshgandek. $T_t = T_d$ shartda fazoviy zaryad cheklanish sohasini va uning davom etishi vaqtini boshlanishini belgilaydi. $T_t > T_d$ shart sistemadagi VAX chiziqli holatini hususiyatini bajarilish sohasini fotoo`tkazgich Vaxni chiziqli bo`lgandagi (o`tkazuvchanlikka maydon ta`siri bog`liq bo`lmaganda) bildiradi. Ammo T_d yetarli darajada qisqa bo`lsa transit vaqtiga bu sohada fazoviy zaryad ta`sir etishi mumkin. Bunday sodda mehanizmda qorong`ulik tokining harakati dielektrik reyaksiya bog`liq bo`ladi. Bunda ikki tip tashuvchilar hususiyati ko`rib chiqiladi. Rasm 17.b qatlamdagi birlashgan zaryadlarga to`g`ri keladi va metall fotoo`tkazgichni harakterlaydi. Kantakt blokirovkalovchi bo`lganda tashuvchilar fotoo`tkazgich hajmida metlldan chiqib tez injeksiyalanmaydi.  $R_c \gg R_B$  shartda Shottni to`sig`ini mavjudligi bunga sabab boladi. BAXni ko`rinishi sistemada to`siq orqali eliksiya bo`lishini qiyinlashtiradi.

Birinchi yaqinlashishda masalani hal etish mumkin, Bunda tunell effekti va maydondagi tasvirni to`g`ri pasayishi hisobga olinmagan. Olingan natija vakumga to`siq orqali elektronlar emissiyasi holatidagi natija analagiga to`g`ri keladi.

Injeksiyali tok karakteristikasi quyidagi ko'rinishdagi tenglamalardan topiladi.

$$j=j_A[\exp(eV/kt)-1],$$

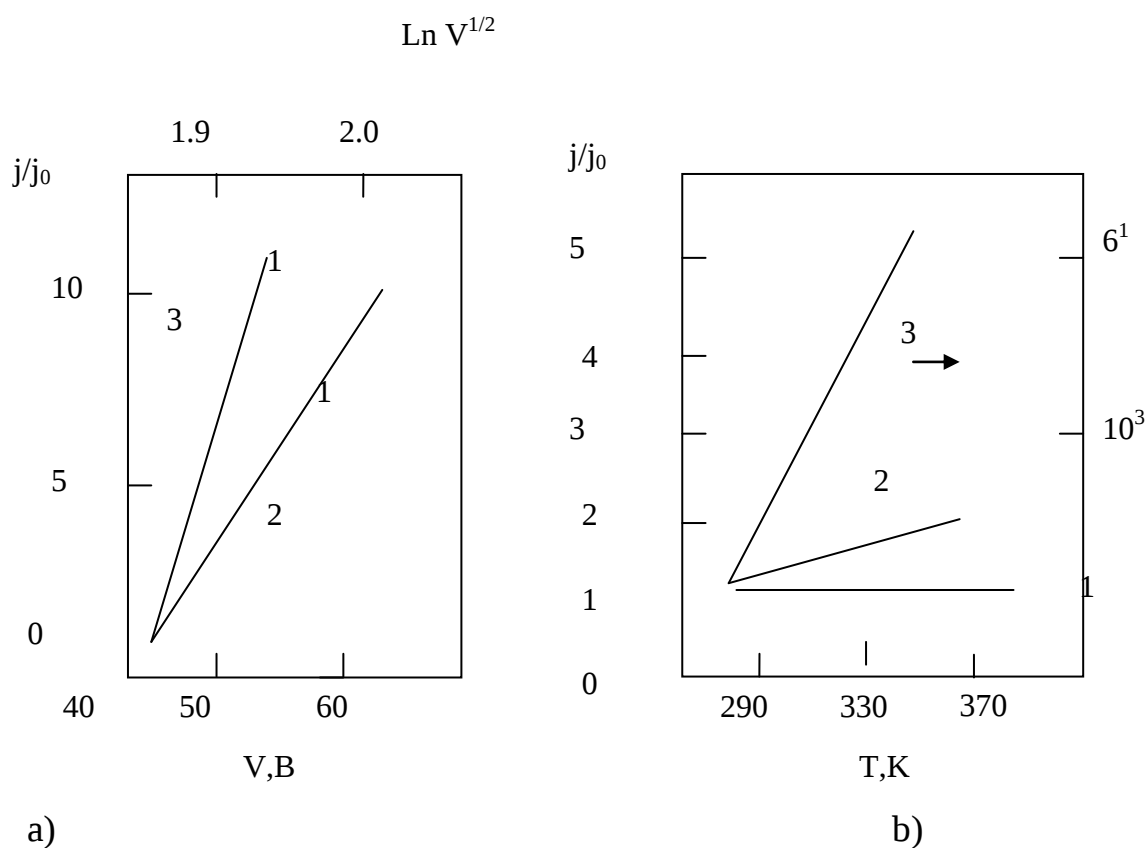
$$\text{bu yerda } j_A=AT^2\exp(-F_B/kt),$$

A-Rigordson doimiysi. qabul etilgan model bo'yicha eliksil uchun, fotoo'tkazgichda (yuqori omili) Emittirilgan elektronlar hajmda hech qanday qarshilikka uchramay haralatlana oladi. Bunday tahlil ma'lum yaqinlashish uchun o'rinli, chunki qo'shilgan tashuvchilar sohasi juda keng. Bundan tashqari maydon tasvirini mavjudligi to'siq balandligini pasaytiradi. Ikkinchi shottni to'sig'iga qo'yilgan kuchlanganlik hajmini ikki tomoniga ulardan birini pasaytiradiva shu vaqtning o'zida ikkinchisi yuqorilashtiriladi. To'siqning balandlashuvi katta miqdordagi tashuvchilarni fotoo'tkazgich hajmiga etib kelganda blokirovkalaydi. Tashuvchilar ko'chishi jarayonida to'siq balandligi ortib borishi bilan alohida imkoniyatga ega bo'lib, zaryadlarning qo'shilishi sohasida hajm ichiga fazoviy zaryad sohasidan injeksiyalanadi va yig'indi tok oz bo'ladi Rasm 17.b-blokirovkalovchi kontakti VAX da mavjudligini bildirib unda to'siq orqali diffuz tok va tok injeksiyalanadi. 17-rasmda keltirilgan egri chiziq rasm 16.b. dagi $E(x)$ egri chizig'iga bog'langan va egri chiziq formasi mos tushadi hamda $R_c \ll R_B$ sharti bo'yicha olib borilgan hisoblar blokirovkalovchi kantakt uchun qisman to'g'ri. Bunday tengsizlik yuqori omli fotoo'tkazgichlardagi kirishmalarda aniq bajariladi. Natijada VAX ko'rinishi blokirovkalovchi kantakt ko'rinishiga o'xshaydi. Ammo ko'pchilik blokirovkalovchi kontaktlarda boshlanish qismi chiziqli bo'ladi va bu holat qo'yilgan maydonning to'yinishi tendeksiyasiga to'g'ri keladi. Shuning uchun fotoo'tkazgichning qisman blokirovkalovchi qismidagi Vaxning chiziqli bo'lishi yuqori maydonlarda VAXni chiziqli bo'lishini kantakt injeksiyalovchi bo'lib qolishini bildirmaydi.

$R_c \ll R_B$ shartida blokirovkalovchi kantakt qisman amalga oshganda VAXni deyarli chiziqli ko'rinishiga sabab, maydon ortib borishi bilan kantakt sohasida

kuchlanganlik pasayib qo`shilishi sohasi kengligi va maydon ortishini bildiradi. kuchlanganlikni kamayishi fotoo`tkazgichda ortishini turlicha bo`linishini hajmda maydon kuchlanganligi yuqori bo`lganda past holatidagiga nisbatan tokni ortishi sekin bo`ladi. Rasm 16 ni v va g sida ko`rsatilgan kontaktlar Rasm 16 ni a va b sini k dan farqli, ularning VAX si yuqorida ko`rib chiqilgan VAXdan farq qiladi.

Navbatda injeksiyaning tuneli mehanizmini ko`rib chiqishga bag`ishlanadi. yuqori omli fotoo`tkazgich rangdagi tunelli injeksiya elektr maydonni  $1 \cdot 10^6 \text{B} \cdot \text{sm}^{-1}$  dan yuqori bo`lgan sohada aniqlangan va bunda ionli kontaktni hosil qilish usulidan foydalanilgan. Injeksion tokning maydon va temproturaga bog`liqligi (Rasm 18)da keltirilgan. To`siq ustidagi shottki emissiyali va to`siqdan suzib tunellash nazariy jihatdan solishtirilgan.



Rasm 18 Maydondagi (a) va haroratdagi (b) injeksiyali tok bog`lani

shi ko'rsatilgan. 1-tajriba, 2-nazariya (tunell effekti), 3-nazariya (shottki emissiyasi)

Shottki emissiyasi mavjud bo'lganda:

$$j = \frac{AT^2 \exp(-\Phi_B / kT) \exp e^{3/2} V^{1/2}}{(4\pi \varepsilon L)^{1/2} kT}$$

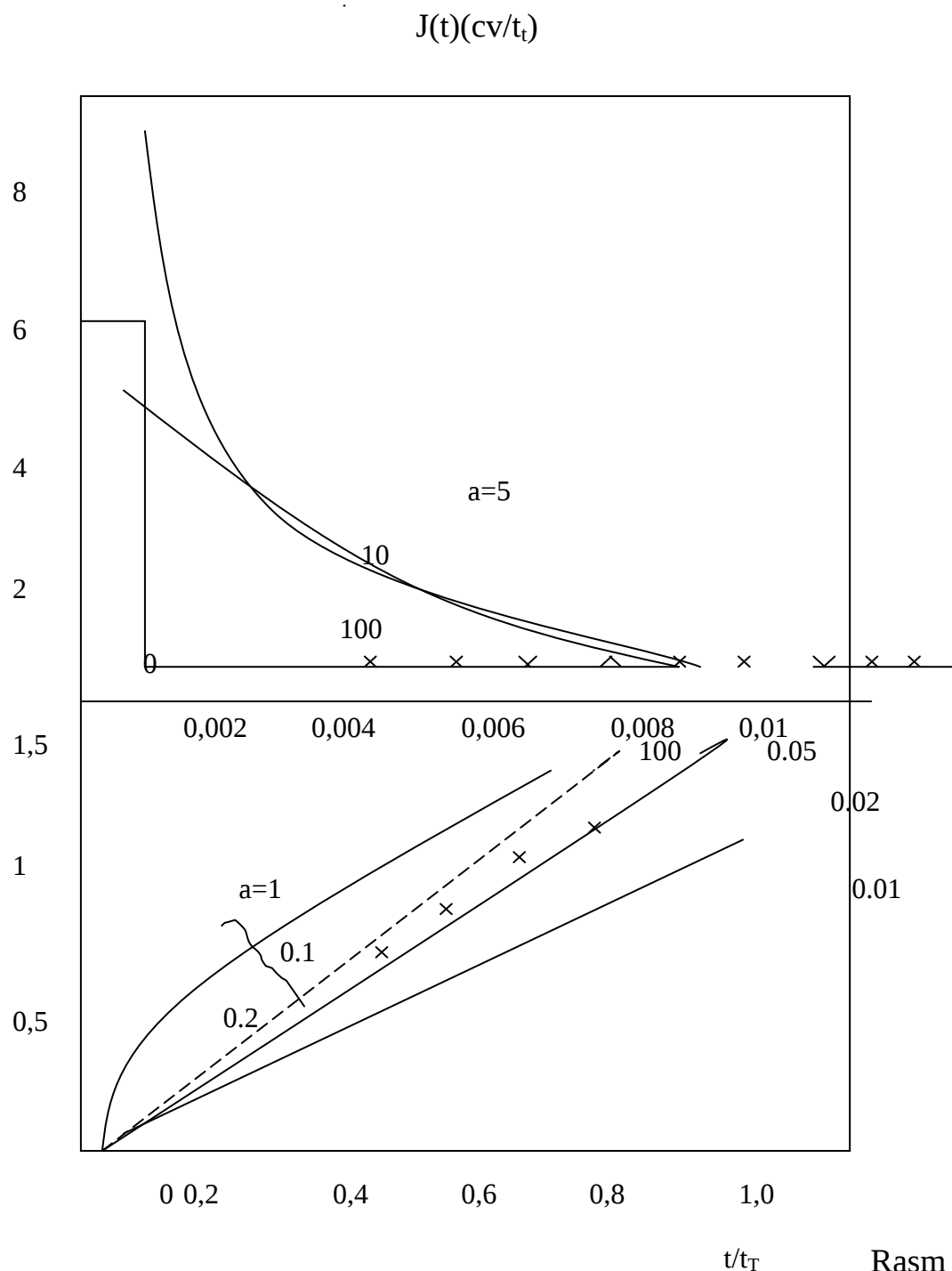
Tunel effekti yuzaga kelganda:

$$j = \frac{S^2 V}{h^2 L} (2m^* \Phi_B)^{1/2} \exp\{4\pi L (2m^* \Phi_B)^{1/2} h\} [1 + 3 \cdot 10^{-5} \frac{(\Delta s T)^2}{\Phi_B}]$$

hisob olib boriladi. Formulada e-injektsiyalovchi tashuvchilar zaryadi, t^* -ularning effektiv massasi, F_6 -to'siq balandligi, Δ -uning kengligi, A -rigord son doimiysi, L -qatlam qalinligi. Tajribada kuzatilgan injeksion tokning potentsialga nisbatan chiziqli bog'lanish (rasm18. a)da haroratga kuchsiz bog'lanishi (Rasm 18,b)da ko'rsatilgan bo'lib, tunell mehanizimini o'rinli ekanligini isbotlaydi. O'rtacha balandlikdagi to'siqlardagi (potensial)fotoo'tkazgich - metall kontaktda polistroldagi chiziq ish farqi (6.6-7.0eB) va metallarda (4.3-4.5eB) 2.4eB, va to'siq kengligi 20-30A, harorat o'zgarishi 293 dan 363k bo'lganda emissiya toki 10^6 marta va tunnel toki 2 martadan kam o'zgaradi. O'xiri olingan natijalar, shuningdek maydon o'zgarishini bog'lanish harakteri tunnelli injeksiyaning nazariy harakteristikasiga mos keladi. Tunnel mehanizimida tashuvchilar injeksiyasi maydon $1 \cdot 10^6 \text{B} \cdot \text{sm}^{-1}$ dan yuqori bo'lganda kuzatiladi, undan kam bo'lgan maydon sohasida shottki emissiyasi amalga oshadi.

2.6 Fazoviy zaryad chegaralangandagi fotoinjeksiya.

Tashuvchilarning fotoinjeksiyasini VAX sini elektrod tomonidan chegaralangan tok uchun ko'rib chiqiladi, bunda tashuvchilar (lovushnalar) bor yo'qligi hisobga olinmadi. Ammo injeksiyalantiruvchi kantalda maydon kuchli ravishda bir tekisda bo'lmaydi. Fotoinjeksiya vaqtida u fazoviy zaryad bilan chegaralangan bo'lsa, injeksiyalantiruvchi kantalda diffuziya hisobiga maydon ma'lum darajada o'zgaradi. Birinchi partiya tashuvchilar kelish vaqti momentida tashuvchilar injeksiyasi termolizatsiyalangan zaryad manbaidan chiqqanda amalga oshadi va $t=0$ vaqtida qo'yilgan kuchlanganlik zinali funksiadan iborat bo'ladi. Aytaylik L juda katta bo'lganda injeksiyalantiruvchi katoddagi kontakt (tashuvchilar rezervuari) elektr maydoni bir jinsli bo'lmaydi, shu sababli anodda injeksiya amalga oshmaydi. Zaryad tasviri hisobga olinmagani uchun tok o'tish joyini tahlili sohasida ajoyib holat yuzaga keladi, sabab zaryad tasviri fazoviy zaryad tomonidan, tokkga nisbatan kontaktni chegaralaydi. Injeksiyalangan tok $j_z = j_o - j_i$ ga teng bo'ladi. Diffuziya natijasida fotogeneratsiya bir teksda bo'lmaydi va injeksion tok $j(t)$ kinetikasi aniqlanadi. Olingan ma'lumotlar natijasida (Rasm19) da keltirilgan, fiksirlangan parameter $j = L/x_0 = 100$ ga teng, bu erda x_0 – debayning ekranlashgan uzunligi, u $x_0 = (E_0 E kT / 2 \pi n_0 e^2)$ ga eng va $\alpha = 4 \pi Q_0 L / \varepsilon_0 V$ bir qancha parametrlarda (L -nusxa qalinligi) (P_0 inkeksiyalantiruvchi kontakt yaqinligi rezervuardagi zaryad zichligi, $Q_0 = cV$, c esa nusxa sig'imi). Fazoviy zaryad tomonidan injeksion tokning chegaralash sharti $Q_0 = -cV/5$ gacha yetadi, bu vaqtda tranzit va $1/10$ ga teng bo'ladi. Katta vaqt oralig'i uchun keng intervalda α hisoblangan va u nazariy hisob natijalariga mos keladi. Olingan natija tranzit vaqtidan ortib ketgan. $Ij \ll 1$ shart bajarilgan yuqori kuchlanganlik tok kontakt tomonidan yuqori darajada chegaralanadi, chegaralanish fazoviy zaryadga nisbatan hisoblabadi. $Ij \ll 1$ shart esa $v \gg 2 \frac{kT}{e} \left(\frac{1}{x_0}\right)^2$ shartga ekvivalent.



Rasm 19.

Fazoviy zaryad orqali chegaralangan fotoinjektsiyadagi o'tuvchan volt – amper harakteristikalari.

V_{kr} kritik kuchlanganlik kattaligi tranzitini sohada yuzaga keltirishdagi va elektrod bilan chegaralangan bo'ladi, uni quydagi formuladan topiladi.

$$V_{kp} = 10 \frac{kT}{e} \left(\frac{1}{x_0} \right)^2$$

Bu formula $v_{kp} = \delta n_0 e L / c$ ga ekvivalent.

Shuning uchun V_{kr} kattalik orqali bevosita po injeksiyalantiruvchi tashuvchilar konsentatsiyasini $n_0 = j_e < |V_0| >^{-1}$ ni va tashuvchilarning o`rtacha tezligini aniqlash mumkin.

$$m^* = \frac{3 | (kT) |}{< | V_0 | >^2}$$

Formulada esa tashuvchilar effektiv massasi topiladi. Asosan tashuvchilar hisobga olinmaganda ikki tutish hodisasi mavjud: Birinchisi yahshi ma'lum bo'lgan effektga tutqichlar tomonidan debayning ekranlash uzunligi qisqartiriladi, natijada $x_0 \ll L$ shart bajariladi. $\alpha \ll 1$ bo'lgan holda ham j katta bo'ladi va $jI \ll 1$ solishtiriladi. $j_0^+ \approx \alpha$ juda kichik kuchlanish bo'lib, $t/(Ij)$ fazoviy zaryadga tenglashadi. Ikkinchi holda fotoinjektsiya foton energiyali hisobiga amalga oshadi, bu energiya man etilgan zonadan kichik. Birinchi holatda tutqich sirtidagi tashuvchilar termik muvozanat holatini egallagani uchun g`alayonlanadi. Ikkinchi holatda tashuvchilar kantaktidan injeksiyalantirilgan holda termik jihatdan to`ldirilgan bo'lganligi sababli tutqich hajmida fotog`layonlanish amalga oshadi.

Biz umuman kombinatsiyalangan sensibilizatsiya haqida umuman fikr yuritmadik, aslida bu sensibilizatsiya turi muhim ahamiyatga ega, chunki kombinatsion sensibilizatsiya mehanizimi asosida ranglar bilan amalga oshadigan spectral sensibilizatsiya va strukturali sensibilizatsiya mehanizmlari ham tushuntiriladi.

III. Xulosa

Yuqorida keltirilgan ma'lumotlar asosida quyidagi xulosalarga kelindi:

- 1) Geterofazani sistemada fotoo'tkazgich-sensibilizator o'rtasida fototokni yuzaga kelish xodisasiga injeksiyali sensibilizatsiya deb ataladi.
- 2) Sensibilizator tomonidan foton yutilishi fotoo'tkazgich sensibilizatsiyasiga uchrab erkin zaryad tashuvchini yuzaga keltiradi.
- 3) Kovak injeksiyasi uchun sensibilizator majmuasi fotog'alayoni elektroximiyaviy oksidlanish potentsiali va kristall valent zonasi o'rnini o'rtasidagi nisbat aniqlanadi.
- 4) Kontaktli fotoemissiya vaqtida ikkita jarayondagi ya'ni sirtidagi va hajmiy tutqichlar yordamida yuzaga keladigan fotoinjeksiya spektri bilan fotoemissiya spektrini sirtini va optik spektrni qayta ishlab berilgan vaqtida o'zaro solishtirish maqsadga muvofiq keladi
- 5) Molekulyar kristallarda injeksiyali sensibilizatsiya uchun fotosezgir elektronli akseptorlar va ranglar eritmaga kiritilishi lozim va elektrolitik kontaktda fotoximiyaviy reaksiyalar yuzaga kelib, uning natijasida fotog'alayonlanish ta'sirida tashuvchilar injeksiyalanadi.
- 6) Kristall bo'lmagan fotoo'tkazgichlarda injeksiyali sensibilizatsiyani amalga oshirish uchun barcha turdagi fotoo'tkazgichlarda tashuvchilar injeksiyasini amalga oshirish kerak. Buning uchun polimer tarkibiga boshqa yarim o'tkazgichli yupqa pardasimon qatlam kiritiladi va uning geterostrukturasining xususiyatlari o'rganiladi.
- 7) Geterostruktura maydon bo'lganda baryerni yuzaga kelmasligiga asosiy sabab, yerda tashuvchilarni geterostruktura orqali generatsiyalangan ko'chishini yuzaga kelishi.

- 8) Se formasi aralashmani o'tkazuvchanlik harakterida bo'lsa, u holda senendan p- va n- tiplarda injeksiya bir xilda bo'lishi tasdiqlangan
- 9) Energiya yutilishi sohasida to'lqin uzunlik ortishi bilan geterostrukturalarda yorug'lik sezgirligi susaya boshlaydi. Shuningdek maydon kattaligi $6 \cdot 10^4 \text{V} \cdot \text{sm}^{-1}$ dan kichik maydonlarda yorug'lik sezgirligi geterostrukturalarda yuzaga kelmaydi.
- 10) Geterostrukturalarda maydon ta'siridagi kvant chiqish PVK – CdSe sistemasida injeksiyali sensibilizatsiyaning ko'z ko'rinadigan barcha sohasi 100% ni tashkil etadi,
- 11) PVKda mavjud bo'lgan ingichka valent zona molekulyar tebranish oqibatida yuzaga keladi va uning zona kengligi 0,1 EV da deyarli kam bo'ladi
- 12) Elektronlar va kovaklar injeksiyani fotoindursirlangan razryad tezligiga tashuvchilar harakatchanli bog'liq bo'lib fotoindursirlangan razryad fazoviy zaryad tomonidan cheklanadi va har bir kompozitsiya harakatchanligi hisoblanadi. Amorf Se va Tnf:PVK kompleksida elektronlar va kovaklar orasidagi tranzit holat baryeri (to'sig'i) juda kichik bo'lganligi sababli razryad tezligi harakatchanlik tomonidan chegaralanadi. Kompleksda elektronlar sreyfi TNF molekulasi akueptul bilan, kovaklar dreyfi benzol yadrosi bilan bog'liqligi aniqlangan.
- 13) Zno – rang sistemasida sensibilizatsiya amalga oshganda Zno o'tkazuvchanlik zonasiga rang fotoelektronlari injeksiyalanadi, qolgan kovaklar $\text{O}_2(\text{O}_2^-)$ tomonidan ushlangan elektronlar bilan rekombinatsiyalanadi,. Jarayonni amalga oshishi uchun rang pardasida albatta mayda elektronlar va chuqur donarli tutqichlar bo'lishi shart
- 14) Kristall fotoo'tkazgichlardagi injeksiyali sensibilizatsiya mexanizmi p-n mexanizmidan iboratdir.

15) Fotoo'tkazgichlardagi injeksiyalı sensibilizatsiyani amalga oshirishdagi asosiy muammo uning qorong'ulik sensibilizatsiyasiga kuchli bog'liq bo'lganligidadir.

16) Bu muammoni hal etish uchun p-n geterostrukturadagi injeksiyalı sensibilizatsiyani boshqarish qorong'ulik sensibilizatsiyasini imkoni boricha kamaytirishga erishish kerak

17) N-p geterostruktura asosan amorf Se dan (turli tarkibda bo'lganda ham) iborat bo'lsa, u molekulyar va molekulyar osti strukturalarni o'zgarishiga qarab o'zgaruvchanlik tipi va uning zonasi kengligini aniqlash usullari mavjud, bu usullarda maydon $7 \cdot 10^4 - 2 \cdot 10^5 \text{ v} \cdot \text{sm}^{-1}$ oraligida o'zgarganda ham kvant chiqish maydon o'zgarishiga bog'liq bo'lmaydi.

18) Geterostrukturani xotira uzunligi yuqori saviyadagi izopenxromatik sezgirlikka bog'liq bo'lib, uning sistemadagi javob qaytarishi yoritilganlik miqdorini harakterlovchi kontrast koeffitsientiga bog'liq bo'lib birga yaqin, ammo katta diapazonda uch tartibda o'zgarishi mumkin

19) Kuchli elektr maydonda sensibilizatsiyada kvant effektivligi 0,6 ga tenglashadi

20) Injektsiyali sensibilizatsiya spektral sensibilizatsiyaga aynan o'xshash bo'lib zaryad ko'chirish mexanizmiga yoki sensibilizatoridan fotoo'tkazgichga energiya ko'chirish mexanizmiga asoslangan va har ikkala mexanizmda energiya defitsitini berkitib sensibilizatsiyalanuvchi fotoo'tkazgichda zaryad tashuvchlarni kichik energiya hisobiga yuzaga keltirishni maqsad qilingan

21) Fotoo'tkazgichlarni tanlab olishda uchta turiga quyidagilarni e'tibordan chetda qoldirmaslik kerak: birinchidan, maydon qiymati $E = 10^5 \text{ V} \cdot \text{sm}^{-1}$ da tozalanishi kerak bo'lgan amorf Se da zaryad tashuvchilar siljishi kattaligi kovaklar uchun $(1,3-6,3) \cdot 10^{-1} \text{ sm}$ ga, elektronlar uchun $(2,4-3,1) \cdot 10^{-2} \text{ sm}$ ga teng bo'lishi, ikkinchidan, maydon kuchlanganligi $10^6 \text{ V} \cdot \text{sm}^{-1}$ ga yetganda PVK dagi

kovaklar ko'chishi 30 mkm dan ortmasligi, uchinchi dan maydon $10^5 \text{ V} \cdot \text{sm}^{-1}$ tartibda bo'lganda TNF dagi akseptor-elektronlaridagi elektronlar siljishi 4,8 sm bo'lishi EF rejimida yoki bloklashgan kontaktdagi yacheykada elektrodlarda impulsli yoritishda qayd etilgan o'rnatilmagan tok fotoindusirlangan kondensatorlangan razryad metod bilan o'lchanganda, fotoo'tkazgichlardagi elektronlar yoki kovaklar siljishi amaliy jihatdan injeksiyalangan tashuvchilar to'liq to'planishi hisobiga amalga oshadi.

22) Fotoo'tkazuvchanlikni maydon ta'siriga bog'lanishini hisobga olishda quyidagi asosiy xususiyatlarni bevosita hisobga olish kerak: A) Kuchli maydonlarda sensibilizatsiya effektivligi 10-70 % dan ortmasligi; B) Xususiy va sensibilizatsiyalashgan fotoefekt maydonga kuchli bog'liq bo'lishi, ammo bunday bog'lanish turlichaligi fotoo'tkazgich sistemada faqat transport qatlami vazifasini bajarishi; V) Kvant chiqish 3 (kvant effektivligi 3^1 yani tushuvchi fotonlar sonini hisobga olinishi) sensibilizatsiyalangan qatlamga nisbatan fotoo'tkazgich spektriga qaraganda ko'rinish sohasini yetarli darajada yuqori bo'lishi; G) Sensibilizator harakteristikasi sifatida fotoo'tkazgich qatlamidagi ko'chish o'rniga fotoo'tkazuvchanlik spektrini olinishi; D) Sensibilizatsiyalanish effektivligi sensibilizatsiyalangan qatlam qalinligi 0.5 mkm dan ortganda ham kamaymasligi (bazi holatlarda hatto qarshi tomondan fotoo'tkazgich yorug'lik yutilishi tomonidan sensibilizatsiyator yoritilganda ham bu holat takrorlanishi Se-PVK va Se-TNF sistemalarda Se qatlami qalinligi 10 mkm ga yetganda ham sensibilizatsiya effektivligi kamaymasligi; E) Yutilish spektri yo'lini malum miqdorda berkitilishi amalga oshmaganda yoki ko'pchilik sensibilizatorlar nurlanishida va fotoo'tkazgichning yutilish spektrida yo'lning berkitilishini yuzaga kelmasligi umuman aytganda bu hususiyatlar PVK ning borgan sensibilizatorlari uchun ko'rinish sohasidagi spektr yo'liga mos keladi, ammo bu natijada bir tomonlama interpretasiya qilish mumkinligini bildirmaydi, chunki $\lambda < 450 \text{ nm}$ to'lqin uzunligidagi yorug'lik bilan TNF qatlami yoritilganda Se li fotoo'tkazuvchanlik kamayib boradi;

23) Zaryad uzatish mexanizmiga asosan injeksiyali sensibilizatsiyada zaryad tashuvchilarning siljishi amalga oshishida harakatchanlikda ishtirok etayotgan oksitonlar ushlanib transport qatlamga yetkuncha davom etadi

24) Se qatlamida tashuvchilar birlamchi ravishda dreyfi tezligi katta bo'lib, yuqori harakatlikda PVk qatlamidagi injeksiyalangan kovaklarda sekinlashgan dreyfga o'tadi

25) Tashuvchilar injeksiyasi bilan maydon o'rtasidagi bog'lanish xususiyatlarini tekshirib tahlil etishda bir necha gipotezalar ilgari surilgan bo'lib, ular orasida ishonchligi kuzatilayotgan effektlarni yuzaga kelishida tashuvchilari yuqori harakatchanlikka ega bo'lgan sensibilizator (masalan Se) bilan harakatchanligi past bo'lgan fotoo'tkazgich (masalan PVK) chegarasida fazoviy zaryadni yuzaga kelishi bilan isbotlandi

26) Ionizatsiya potensialini bunday yaqin qiymatli bo'lishi valent zonaning energetik o'rnini harakterlasa, elektronlar kattaligi o'tkazuvchanlik zonasining o'rnini belgilaydi

27) Sensibilizator – fotoo'tkazgich sistemasining energetik strukturasi sistemaning alohida elementlaridan farqli bo'lishiga asosiy sabab, sistema strukturasi p-n o'tishni yuzaga kelishi bilan bog'liq bo'lib, sensibilizator fotoo'tkazgich bilan kontaktlashganda kompleks ravishda zaryad ko'chishi amalga oshadi va kuchli elektr maydonga kiritilganda kontakt potensialidagi to'siqni pasayishiga sabab bo'lishi aniqlanadi

28) Ko'pchilik olimlar sensibilizatsiyani p-n mexanizmini taklif etishgan bo'lib, bu mexanizm Akimov va Gaziyeu tomonidan to'liq taxlil qilinganda rang-fotoo'tkazgich kontakida elektr maydon ta'sirida elektron kovaklar juftligini bo'linishini generatsiyalangan yorug'lik ta'sirida yuzaga kelib, sensibilizatsiya effektivligi ortadi deb o'ylashgan, ammo bu tasdiqlanmagan xulosa, chunki sensibilizatsiyani amalga oshirish uchun asosiy rolni molekulyar maydon ta'sirida

p-n to'siq zaryad ko'chishiga qarshilik ko'rsatadi, shuning uchun sensibilizatsiyaning elektron uzatish modeli o'rinli degan xulosaga kelishgan.

29) Yuqori effektivlikka ega bo'lgan halkogen va aromatik bog'lanishlarda injeksiyalı sensibilizatsiya kontakt bilan kompleks zaryad ko'chishi amalga oshadigan sohaning tegishish joyida amalga oshib, halkogen va aromatik bog'lanishdagi valent zonasi chetidagi yuzaga keladigan sathlarni bir donasigacha to'g'rilanishiga sabab bo'ladi. Taklif etilgan model bir tomondan aromatik sistemada elektronli akseptorlarda kompleks zaryad ko'chishini hosil qilsa, ikkinchi tomondan halkogen qobiliyatini oshiradi, ya'ni elektron qobig'iga qo'shimcha elektronlarni o'tishini ta'minlaydi.

30) Kompleks zaryad ko'chirishda injeksiyalı sensibilizatsiya hodisasi fotoeffekt jarayonidagi effektiv sensibilizatsiya kontaktda yuzaga keladigan fotoinjeksiya toki bazasida yuzaga keladigan jarayon hisoblanadi.

31) KPZ li injeksiyalı sensibilizatsiyada ikkita empirik qonuniyat mavjud bo'lib, birinchisida potensial to'siq Φ_B aniqlanadi, ikkinchisida Φ_B kattalik chiqish ishi Φ_m ga tenglashtiriladi va fotoo'tkazgichdagi elektron sarfi A_c bilan bog'lanadi, ya'ni $\Phi_B = \Phi_m - A_c$

32) Φ_m Φ_B va elektromanfiylik orasidagi grafikni burilish burchagi aniqlanadi

33) Metall – fotoo'tkazgich kontakti chegarasidagi maydon taqsimoti qorong'ulikda tekshiriladi. Olingan natijani Puasson tenglamasini yechish orqali ham olish mumkin.

34) Metall – fotoo'tkazgichda R_C va R_B lar orasidagi nisbat muhim ahamiyatga ega, chunki uning yordamida fotoo'tkazgich sirtidagi zaryad turini va kontaktdagi maydon taqsimoti aniqlanadi, fotoinjeksiya amalga oshsa bu harakteristika o'zgarib, hisoblashlarni murakkablashtiradi.

35) Bloklashtiruvchi kontakt - Shottki to'sig'idan iborat bo'lib, $R_c \gg R_B$ shart bajarilganda fotoo'tkazgich sirtida tashuvchilar qo'shiladi. $R_c \ll R_B$ shartda bloklashtiruvchi kontakt – Shottni kontaktiga aylanadi. Ayrim hollarda kontaktlarda maydon ta'sirida yuqori o'tkazgichlarda qorong'ulikda asosiy tashuvchilar injeksiyasi yuzaga keladi.

36) Super chiziqli sohada injeksiyalovchi kontakt tashuvchilar rezervuari sifatida fotoo'tkazgichni uzluksiz ravishda fototok bilan ta'minlaydi, fazoviy zaryadni tarqalishiga yo'l qo'ymaydi, bunga sabab fotoo'tkazgich hajmida doimiy ravishda dreyf va dielektrik relaksatsiya hamda rekombinatsiya hisobiga neytrallanishi yuzaga keladi, bunda: 1- dielektrik relaksatsiya rekombinatsiyadan tezroq bo'ladi, 2- hajm bo'yicha dreyf jarayoni dielektrik relaksatsiyani neytrallashtirishga bog'liq bo'lmagan holda katoddan chiqqan elektronlarni injeksiyalanishini amalga oshiradi.

37) τ_d – dielektrik relaksatsiya vaqti bilan τ_t transit vaqtini nisbatlarini solishtirish natijasida fazaviy zaryad cheklanishi vaqti va uning davomiyligi, VAX ko'rinishi hamda qorong'ulik tashuvchilarini dielektrik relaksatsiya vaqtiga bog'liqligini eng sodda mexanizm asosida tushuntiriladi.

38) Shottni to'sig'i $R_c \gg R_B$ shartda bajarilganligi sababli fotoo'tkazgich hajmi bo'yicha metallardan chiqqan tashuvchilar blokirovkalovchi kontaktda tezlik bilan injeksiya uchramaydi.

39) Blokirovkalovchi kontaktdagi yuzaga keladigan hodisalarni aniqlash uchun VAX ni turli maydonlardagi ko'rinishini aniq bilish kerak.

40) VAX ni yuqori maydonlarda chiziqli ekanligi kontaktni injeksiyalovchi ekanligini bildirmas ekan. Injeksiyani tunnel mexanizmida asosan $1 \cdot 10^6 \text{ v} \cdot \text{sm}^{-1}$ dan yuqori bo'lgan maydonlarda injeksiyali tokni maydon va haroratni bog'liqligi to'siq ustidagi Shottni emissiyasi bilan to'siqdan sizib o'tishidagi tunellashni nazariy jihatdan solishtirishga asoslangan.

41) Injeksion tokning potensialga chiziqli bog'lanishi, haroratga kuchsiz bog'lanishda bo'lishi tunnel effektidagi mexanizmi foydasiga hal etildi. O'rtacha balandlikka ega bo'lgan potensial to'siqlarda fotoo'tkazgich – metal kontaktidagi chiqishini orasidagi farqni mavjudligi, to'siq kengligi 20-30A tengligi, harorat o'zgarishi 293 dan 363 K da emissiya tokini 106 martaga, tunnel tokini 2 martadan kam o'zgarishi tunnel mexanizmini boshqa mexanizmlardan ustunligini bildiradi.

42) Tashuvchilarning fotoinjeksiyasi vaqtida maydonning bir tekisda bo'lmasligini esdan chiqarmaslik kerak, chunki tutqichlar mavjud

43) Diffuziya kam bo'lganda fotogeneratsiya bir tekisda amalga oshmaydi va injeksion tok kinetikasi o'lchanishi kerak bo'ladi

44) Amalda aniqlangan parametr (fiksatsiyalangan) $j=L/X_0=100$ ni bir necha parametrlar uchun hisoblab ekvivalent tenglamalar topiladi. Natijada v_{kr} kritik kuchlanganlik aniqlanadi.

45) Tutqich ta'sirida fotoinjeksiya uchun quyidagi ikkita holatni e'tiborga olish kerak. Birinchi holatda tutqichlar tomonidan debay ekranlash uzunligi qisqaradi, natijada tutqich sirtidagi tashuvchilar termik jihatdan muvozanatli holatni egallagani uchun g'alayonga keladi. Ikkinchi holatda fotoinjeksiya foton energiyasi hisobiga amalga oshadi. Bu energiya zona kengligidan kam bo'ladi, natijada kontaktdagi tashuvchilar hisobiga termik jihatdan to'ldirilgan tashuvchilar injeksiyalantirilib hajmiy tutqichlar fotog'alayonga kelishi amalga oshadi. Umuman olganda sensibilizatsiya jarayonida amalga oshadigan barcha turdagi mexanizmlar sensibilizatoridan uzatish yoki elektron uzatishida sensibilizatsiyalanuvchi fotoo'tkazgichga uzatiladi. Injeksiyali sensibilizatsiyada asosan sensibilizatoridan fotoo'tkazgichga elektron uzatiladi. Sensibilizatsiyali fotoeffekt mexanizmlari asosida registratsiya qiluvchi muhitlar fotonikasi tekshirish obyektiga aylandi, chunki modda bilan yorug'lik ta'sirini ochib beradi. Quyosh energiyasini elektr energiyasiga moslamalar haqida yetarlicha ma'lumot beradi. Rangli ko'rish, fotosintez, fotoximiyaviy o'zgarishlar, biologik molekulalar

xususiyatlarini o'rganishida muhim ro'l o'ynaydi. Bundan tashqari mikroelektronikada, mobil telefonlarda va optik iplarni ishlatishda qo'llaniladi. Shuningdek hozirgi paytda televideniyada qo'llana boshlandi.

Foydalanilgan adabiyotlar:

1. I.A.Karimov “Yuksak ma’naviyat -yengilmas kuch”
Toshkent “Ma’naviyat” 2008 y.
2. I.A.Karimov “Yangi avlod orzusi”
Toshkent 1999yil.
3. I.A. Akimov va boshqalar “Sensibilizatsiyali fotoeffekt”
Moskva. “Nauka” 1980 y.
4. Z.A. G’oziev, I.A.Akimov “Poshirli yarim o’tkazgichlardagi elektrolakal
holatlar”
Leningrad.” Nauka”1984 y.
5. Z.A.G’oziev “Elektron local holatlarni hisoblash metodlari”
Moskva “Jnirk” 1985 y.
6. A.M.Meshkov, Z.A.G’oziev, M.Asanaev, “Pomeshrlarda sensibilizatsiyali
fotoeffekt”
Moskva “Nauka” 1997 y.
7. E.A. Siliniya elektronniye sostoyaniyya organichesnix molekulyarnix kristallov
8. Byub “Fotoo’tkazuvchanlik asoslari”
Moskva “Nauka” 1983 y.
9. Internet yangiliklari
“Google.co.uz”, “Ziyonet.uz”, “Txt.uz”.
10. Fizikaviy ensiklopediya