



ELECTRICAL CONDUCTOR POLY (3-DECYL THIOPHENE) POLYMER PROPERTIES OF LUMINESION

Nurolliyev Novruz¹, Eshboboyev Sardor², Rahmatov Sirojiddin³, Urolov Shamsiddin⁴

¹ (phynow@mail.ru), Tashkent Institute of Chemical Technology Shahrizabz branch, Shahrizabz, Uzbekistan,

² Tashkent Institute of Chemical Technology Shahrizabz branch, Shahrizabz, Uzbekistan,

³ Tashkent Institute of Chemical Technology Shahrizabz branch, Shahrizabz, Uzbekistan,

⁴ Institute of Ion-Plasma and Laser Technologies of the Academy of Sciences of the Republic of Uzbekistan, Uzbekistan

<https://doi.org/10.5281/zenodo.4934607>

ARTICLE INFO

Received: 01st June 2021

Accepted: 05th June 2021

Online: 10th June 2021

KEY WORDS

Poles (*s*-alkyl thiophene),
Poles (*z*-alkyl
thiophene), Spectral
luminescence, MDR-23
monochromator, Trimer,
Monomer, Dimer.

ABSTRACT

The luminescence spectra of toluene solutions of the conductive polymer P3DT are complex and can be divided into 3 Gaussian constituents. These bands may belong to the monomer, dimer, and trimer molecules of P3DT.

ELEKTR O'TKAZUVCHI POLY (3- DECYL THIOPHENE) POLIMERINING LYUMINESTSENTSIYA XOSSALARI

Nurolliyev Novruz¹, Eshboboyev Sardor², Rahmatov Sirojiddin³, Urolov Shamsiddin⁴

¹ (phynow@mail.ru), Toshkent kimyo-texnologiya instituti Shahrizabz filiali, Shahrizabz, O'zbekiston,

² Toshkent kimyo-texnologiya instituti Shahrizabz filiali, Shahrizabz, O'zbekiston,

³ Toshkent kimyo-texnologiya instituti Shahrizabz filiali, Shahrizabz, O'zbekiston,

⁴ O'R FA Ion-plazma va lazer texnologiyalari instituti, O'zbekiston

MAQOLA TARIXI

Qabul qilindi: 01-iyun 2021

Ma'qullandi: 05-iyun 2021

Chop etildi: 10-iyun 2021

KALIT SO'ZLAR

Poly (3-alkyl thiophene),
Poly (3-alkyl thiophene),
Lyuminstsentsiya
spektrlar, MDR-23

ANNOTATSIYA

Elektr o'tkazuvchi P3DT polimerining toluoldagi eritmalarining lyuminstsentsiya spektrlari murakkab bo'lib, 3 ta Gauss tashkil etuvchilarga ajratilishi mumkin. Bu polosalar P3DT ning monomer, dimer va trimer molekulariga tegishli bo'lishi mumkin.



*monoxromator, Trimer,
Monomer, Dimer.*

1. Poly (3-alkylthiophene) elektr o'tkazuvchi polimerlarning morfologik va optik xossalari

Keyingi o'n yilliklarda yarim o'tkazgich xususiyatiga ega organik polimerlarning ko'plab yangi turlari yaratilib, ularning elektrooptik xossalari faol tadqiq qilinmoqda. Bu elektr o'tkazuvchi polimerlar organik quyosh elementlarida, polimerli batareyalarda, yorug'lik diodlarida keng qo'llanilmoqda. 1977 yilda X.Shirakavoy, A.Mak Diarmidom va A.Xigeromlarning izalanishlariga natijasida, metallning elektr o'tkazuvchanligiga yaqin π -bog'lanishli poliatsetilen qotishmali polimerlari organik quyosh elementlari sohasida ilk muqobil noorganik yarimo'tkazgich hisoblanadi. Bu yo'nalishdagi zalvorli izlanishlar faqat 1990-yilning o'rtalarida taraqqiy etdi. Zamonaviy elektr o'tkazuvchi polimerlar ustida qayta izlanishlardan so'ng ulardan yorug'lik diodlari va maydonli tranzistorlarni ishlab chiqarishda foydalanila boshlandi. Elektr o'tkazuvchi polimerlar keng optik diapazonda yuqori yutilish koeffitsientiga egaligi, erituvchilarga yaxshi erishi, ulardan ultra yupqa plyonkalar (bir necha yuz nanometrlarda) olish mumkinligi, nisbatan kamxarj usullarda sintez qilish imkoni mavjudligi sabab organik quyosh elementlaridan tashqari pechat va shtamplashda ham ulardan keng foydalaniladi. Sintez jarayonida yoki undan keyingi modifikatsiya usullari yordamida polimerlarning elektr o'tkazuvchanligini dielektriklarga xos bo'lgan qiymatdan (10^{-10}

Simens/sm dan past) sezilarli darjada kamaytirish imkonini beradi. Bu esa o'z navbatida, ushbu polimerlardan nafaqat izolyator sifatida, balki rezistorlar, LED lar, tranzistorlar, quyosh batareyalari, qayta zaryadlanuvchi batareyalar, mini-displeylar va boshqa funktsional elementlarni ishlab chiqarilishida yanada ko'proq foydalanishga imkon yaratmoqda. So'nggi yillarda maxsus usullar bilan olinadigan va elektronikaning funktsional elementlarini yaratish uchun yangi istiqbolli material bo'lgan elektr o'tkazuvchi polimerlarga qiziqish ortdi. Bu esa, elektr xususiyatlariga ega materiallarni olish, ularning tuzilishi, shuningdek, fizik- kimyoviy xususiyatlari haqida batafsil ma'lumot olishni talab qiladi. O'z navbatida, polimerlarning fizikaviy va kimyoviy xususiyatlarida iz qoldiradigan muhim xususiyati molekuladagi atomlar orasidagi bog'lanishlarning tabiati. Molekuladagi atomlar orasidagi bog'lanishlarning tabiati o'z navbatida, polimerlarning fizikaviy va kimyoviy xususiyatlariga sezilarli ta'sir qiladi. Polimer materiallar bu ko'p miqdorda atomlardan tuzilgan monomer molekularning o'zaro valent bog'lanishidan hosil bo'lgan birikmalardir. Polimerlarni makromolekulyar birikmalar bilan bir xil tarzda tavsiflash mumkin, ularning makromolekulalari ko'p sonli takroriy guruhlardan iborat (monomer zvenolar). Polimerlarning molekulyar og'irligi bir necha mingdan bir necha milliongacha o'zgarishi mumkin, bundan tashqari aksariyat polimerlar juda keng molekulyar og'irlik taqsimoti bilan ajralib

turadi. Polimerlarda asosan ikki turdagi bog'lanish mavjud: σ - bog'lanish va π - bog'lanish ular molekuladagi qo'shni atomlar o'rtasida ikki tomonlama bog'lanishni xarakterlaydi. Polimerlarda bog'lanish tizimlari shakllanishida doimiy ravishda bir va ikki tomonlama bog'lanish hosil bo'ladi. Polimerlar qattiq (amorf yoki kristall, ko'pincha bu holatlar aralashmasida), o'ta elastik (kauchuk) va o'ta oquvchan (suyuq) kabi holatlarda namoyon bo'lishi mumkin. Polimerlarning faza xususiyati turli xil, qattiq moddalar va suyuqliklar xususiyatlarini birlashtiradi, ya'ni, bu moddalar bir tomondan qattiq moddalarning mustahkamlik xususiyatlariga egaligi, boshqa tomondan esa, deformatsiyon xossalarga ham egaligi bilan ajralib turadi. Polimerlar mexanik xususiyatlarning yuqori anizotropiyasiga ega bo'lib, ular plyonkalar va optik tolalarni hosil bo'lishida yanada yaqqol namoyon bo'ladi. Polimer materiallarning o'ziga xos xususiyati shundaki, polimerlarning monomer tashkil etuvchilari zanjir kabi birikishidir. Ushbu monomerlar polimer zanjiriga to'g'ri tartiblangan (regioregular) yoki tog'ri tartiblanmagan (regiorandom) holatlarda birlashishi mumkin. Polimerlarning monomer zanjirlarining regiorandom holatida bo'lishi polimerning optik va elektrik xususiyatlariga ta'sir qilishi mumkin bo'lgan buzilishlarni keltirib chiqaradi. To'g'ri tartiblanishga ega zanjirlarning tabiati va muntazamligi bog'langan ularni birikishida hosil bo'lgan polimerlarning kristallanish xususiyatlariga jiddiy ta'sir qilishi mumkin.

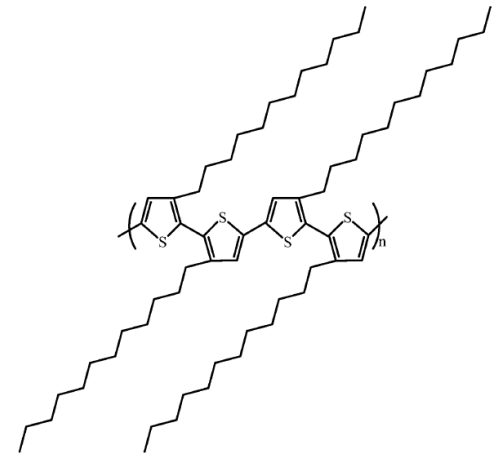
Poly (3- alkyl thiophene) polimerlar oilasiga mansub P3DT (poly (3-decyl thiophene)) ($C_{10}H_{21}S$) polimeri eriydigan va yengil eriydigan polimer birikmadir.

Ularning kimyoviy strukturasi 1- rasmda keltirilgan. Tasvirda 1-4 lar R_1 va R_2 (Polimer yon zanjirini tashkil qiluvchi $C_{10}H_{21}$

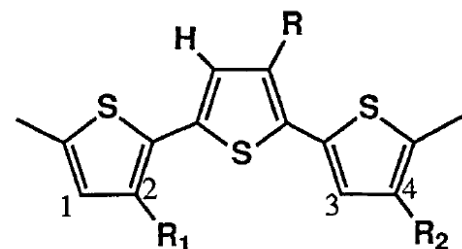
atomlari to'plami) yon zanjirlarini R ga nisbatan egallashi mumkin bo'lgan pozitsiyalar soni xarakterlaydi.

Masalan, to'g'ri tartiblangan holat (HT -

HT) da bog'lanish bo'lishligi uchun bosh va orqa radikallari ketma- ketlikda bog'lanish hosil qilishi kerak. Kuzatilishi mumkin bo'lgan holatlar soni 4 ta bo'lib, bu holatlar polimer zanjirining bosh va orqa radikallarining o'zaro bog'lanishini xarakterlaydi. Ko'pgina tadqiqot ishlari P3DT polimerining turli erituvchilardagi eritmalarining va yupqa plyonkalarining optik xususiyatlarini o'rganishga bag'ishlangan. 2- rasmda tartiblanganlik darajasi 98.5% bo'lgan P3DT polimerining kimyoviy strukturasi ko'rsatilgan. 2- rasm. Tartiblanganlik darajasi 98.5% bo'lgan P3DT ning kimyoviy strukturasi. P3DT ning



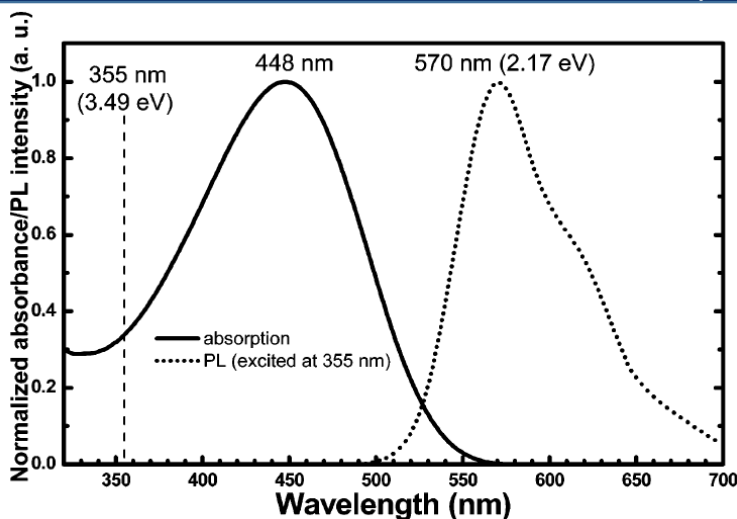
2- rasm. Tartiblanganlik darajasi 98.5% bo'lgan P3DT ning kimyoviy strukturasi



1- rasm. Poly (3- alkyl thiophene) ning strukturasi.

optik xossalarga bag'ishlangan ilmiy

adabiyotlar tahlil qilinganda, P3DT ning lyuminesstentsiya spektri polimer zanjirlarining tartiblanganlik darajasiga, uyg'otuvchi manba to'liq uzunligiga, qisman erituvchining tabiatiga, eritmaning konsentratsiyasiga va haroratga kuchli darajada bog'liq ekanligini ko'rish mumkin. Polimer zanjirlarining tartiblanganlik darajasi polimerning optik xossalarga ta'siri ishda tadqiq etilgan. Tadqiqotda shisha plastinkalarga regioregular (to'g'ri tartiblangan) va regiorandom (to'g'ri tartiblanmagan) P3DT plyonkalarining yutilish spektrlari o'rganilgan. Tadqiqot natijalaridan ko'rish mumkinki, to'g'ri tartiblangan P3DT polimerining yutilish koeffitsenti to'g'ri tartiblanmagan P3DT polimerning yutilish koeffitsentiga nisbatan sezilarli darajada katta va tebranma yutilish polosasi katta to'liq uzunligi tomonga siljigan. Mualliflar boshqa konjugatsiyalangan polimerlarda zanjir ichki tartibining otishi bilan kuzatilgani kabi $\pi-\pi^*$ o'tishning elektron-tebranish bog'lanish mustahkamligi sezilarli darajada pasayadi, bu esa yon zanjirlarning muntazamligi zanjir ichki tartibining oshishiga yordam beradi degan ilmiy farazni ilgari surishgan. [12] tadqiqot ishida P3DT elektr o'tkazuvchi polimerining benzoldagi eritmasining optik xossalari tadqiq qilingan. Tadqiqotda to'liq uzunligi $\lambda_{exc} = 355$ nm uyg'otuvchi manbadan foydalanilgan. Namunalarning lyuminesstentsiya spektrlari 3- rasmda keltirilgan. Spektrdan ko'rish mumkinki, lyuminesstentsiya polosasi absorbttsiya polosasiga nisbatan katta to'liq uzunligi tomon keskin siljigan, hamda tebranma



3- rasm. P3DT ning benzoldagi eritmasining yutilish va lyuminesstentsiya spektrlari.

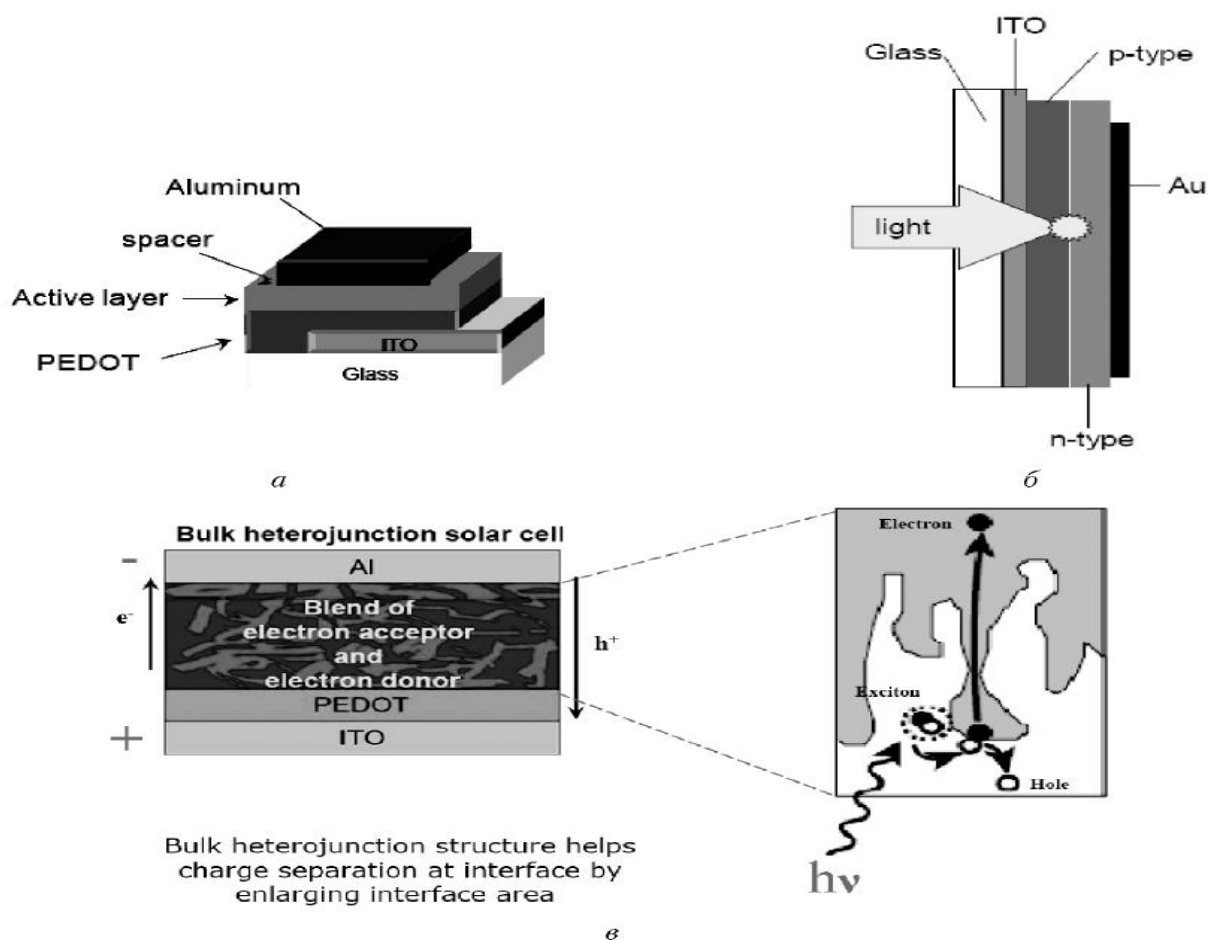
strukturalarga tegishli nurlanish polosalari ko'rinmagan. Nurlanishning kvant effektivligi 0.30 va kvant chiqishlar 0.59 ga teng deya qayd etilgan. Nurlanish davomiyligi taxminan 490 ps, mualliflar singlet eksitonlar uchun nurlanish davomiyligi 1.64 ns, ichki konversiya va tizimlararo o'tish uchun nurlanishsiz o'tishlar tezligi $1,21 \text{ ns}^{-1}$ va $0,22 \text{ ns}^{-1}$ lar o'zgarmasligini tadqiqot ishida bayon qilishgan. To'g'ri tartiblangan P3DT elektr o'tkazuvchi polimeri lyuminesstentsiya xossalari haroratga bog'liqligi [2] ishda tadqiq qilingan. Tadqiqotda regioregular P3DT ning fotolyuminesstentsiya spektri 295 va 22 K da haroratlarda o'lchangan. Manfiy temperaturada lyuminesstentsiya spektrining maksimumi katta to'liq uzunligi tomonga siljishi kuzatilib spektrning formasi deyarli o'zgarmasdan qolganligi aniqlangan. P3DT elektr o'tkazuvchi polimeri yutilish spektrining erituvchining tabiatiga bog'liqligi [4] tadqiqot ishida o'rganilgan. Tadqiqotda P3DT ning 95% to'g'ri tartiblangan namunasining toluol/methanol ning turli nisbatlaridagi eritmalarining yutilish va lyuminesstentsiya spektrlari o'rganilgan.



Bunda sof toluoldagi eritmaning yutilish spektri maksimumi 448 nm to'lqin uzunligiga mos kelgan. Toluolning konsentratsiyasi umumiy konsentratsiyaning 10% ga teng bo'lganida yutilish spektrining maksimumi katta to'lqin uzunligi tomonga siljib, 520 nm da namoyon bo'lgan. Tartiblanganlik darajasi 60% bo'lgan namunaning yutilish spektrida ham yuqoridagi tajribalar takrorlanganida olingan natijalarda deyarli o'xshashlik kuzatilgan. Shu namunalarning lyuminestsentsiya spektrlari ham ushbu tadqiqot ishida o'rganilgan. Lyuminestsentsiya spektrlarida tartiblanganlik darajasi yuqori bo'lgan namunalarning tebranma spektrlari yanada yaqqol namoyon bo'lishi kuzatilgan. Sof toluolda eritilgan tartiblanganlik darajasi 95 va 60% bo'lgan P3DT ning lyuminestsentsiya spektri maksimumi ~578 nm da joylashgan. Eritma tarkibidagi metanolning ulushi ortishi bilan nurlanish polosalari katta to'lqin uzunligi tomonga siljigan.

2. Elektr o'tkazuvchi polimerli quyosh elementlari va organik quyosh elementlarining istiqbollari

Yuqorida aytib o'tilganidek, muqobil noorganik fotoelektrik qurilmalardan organik quyosh elementlari samarali hisoblanadi, chunki ularni egiluvchan va nisbatan kamxarj tagliklarda hosil qilish mumkin. Organik yarimo'tkazgichlarda erkin eksitonlarning diffuziya uzunligi qisqa ekanligini inobatga olgan holda, organik quyosh elementlari katta hajmli getero o'tishli tuzilishda tayyorlanmoqda. 4-rasmda odatdagi elektr o'tkazuvchi polimerli quyosh elementining tuzilishi ko'rsatilgan. Rasmdan ko'rinib turibdiki, polimerli quyosh elementining aktiv qatlami elektr o'tkazuvchi ikki elektrodlar orasida joylashgan bo'lib, elektrodlardan biri tushuvchi yorug'lik uchun shaffof bo'lishi talab etiladi. Elektr o'tkazuvchi polimerlardan foydalanilgan organik quyosh elementlarini ishlab chiqish bilan bog'liq amaliy tadqiqotlar



4- rasm. Turli tipdagi quyosh elementlarining strukturalari: a) elektr o'tkazuvchi polimerli fotoelement, b) ikkiqatlamli (planar tuzilishga ega) fotoelement, v) hajmiy geteroo'tishga asoslangan fotoelement.

bugungi kunda jadal rivojlanmoqda. Bunday

strukturalarda ishchi qatlam sifatida elektr o'tkazuvchi polimerning sof plyonkasi ishlatiladi, ikki qatlamli quyosh elementlarida polimer-fullerenli nanokompozitlardan ham keng foydalaniladi. Polimer-fullerenli nanokompozitdan iborat sistemalar eng istiqbolli hisoblanadi, chunki u uch o'lchovli polimer matritsali, noorganik nanozarralar (o'lchami 10 nm) ning fundamental xususiyatlari va fullerenlarning afzalliklarini o'zida mujassam etadi. So'nggi yillarda sintez qilingan fenilenvinilen, polytiofen va boshqa polimerlar quyosh elementlarida polimer matritsa sifatida keng qo'llanilmoqda. Organik quyosh

elementining eng muhim qismi nurni yutuvchi polimer yoki uning tarkibiy qismlari bo'lgan yarimo'tkazgich nanozarrachalari yoki fullerene hosilalaridan iborat aktiv muhitdir. Aktiv qatlamda tushayotgan yorug'lik fotoni yutilib, elektron- kovak jufti hosil bo'ladi. Bu elektron kovak jufti rekombinatsiyalashmaguncha ularni ajratib, kovakni yuqori elektrod (Alyuminiy, kumush, oltin va boshqa) ga, elektronni esa pastki elektrod (ITO, FTO, AZO va boshqa) ga yo'naltirish asosiy vazifa hisoblanadi. Quyosh elementlarining ishlash prinsipi fotoelektrik effektga asoslangan, yorug'lik nuri tushgan yarimo'tkazgich materiallarda



tok tashuvchi elektron va kovaklar paydo bo'ladi. Organik polimerli quyosh elementlarining foydali ish koeffitsienti noorganik quyosh elementlari bilan taqqoslaganda ancha past ko'rsatgichga egaligi polimerli quyosh elementlarida zaryad tashuvchilarni generatsiya mexanizmining boshqacha ekanligi bilan bog'liq [5]. Noorganik yarimo'tkazgichlarni taqiqlangan zona energiyasidan kattaroq energiyali fotonlar ya'ni valent va o'tkazuvchanlik zonalar energiyalar farqi bilan yoritilganda, erkin zaryad tashuvchilar (elektronlar va kovaklar) hosil bo'ladi, ular quyosh elementida $p - n$ o'tishni karakterlaydi. Yarimo'tkazgich materialga tushgan foton unda yutilganda energiyaning bir qismi issiqlikka sarf bo'ladi ($E_f - E_g$), energiyasi kichik bo'lgan foton ($E_f < E_g$) lar esa yarim o'tkazgich materialda yutilmaydi. Organik yarimo'tkazgichlarda tashuvchi foton yutilishi natijasida elektronlar uyg'ongan holatga o'tadi, bunda zaryad tashuvchilarning paydo bo'lishi va harakatlanishi yuqori to'ldirilgan molekulyar orbital (*HOMO - High occupied molecular orbital*) va quyi to'ldirilmagan molekulyar orbital (*LUMO - Low unoccupied molecular orbital*) lar yordamida tushuntiriladi. Noorganik va organik materiallarda fotogeneratsiya mexanizmlarining asosiy farqi shundaki, noorganik quyosh elementlari uyg'otilganda erkin zaryad tashuvchilar material hajmida hosil bo'ladi. Organik yarimo'tkazgichlarga yorug'lik tushganida ularda erkin zaryad tashuvchilar hosil bo'lmaydi. Uning o'rniga kuchli bog'langan elektron-kovak jufti (*eksiton*) hosil bo'ladi. Faqatgina, elektron beruvchi bilan elektronni oluvchi (elituvchi) materiallarning chegarasida eksitonning elektron va kovakga ajralishi natijasida

erkin zaryad tashuvchilar paydo bo'lishi mumkin. Erkin eksitonning yashash vaqti uning ayni materialdagi diffuziya uzunliga kuchli darajada bog'liq. Ideal holda, zaryad tashuvchilarning yuqori kvant effektivligi donor- akseptor interfeysining bir necha nanometrli qalinligida yuzaga keltirilishi zarur. Shuning uchun ham aksariyat organik quyosh elementlari hajmiy va planar geteroo'tishlarga asoslangan bo'lib, bunda n tipli va p tipdagi organik materiallar bir- biri bilan chambarchas bog'liq holda (Schottky kontaktiga keltirilib) joylashtiriladi. Bugungi kunga kelib, eng effektiv n tipli yarimo'tkazgichli materiallar bilan qoplangan p tipdagi polimerlarni birlashtirib hosil qilingan organik quyosh elementlari samaradorlik ko'rsatkichlari 14,2 % ga yetdi [6]. Organik/noorganik gibrid strukturalar kelajak quyosh elementlari uchun yangi imkoniyatlar va yuqori samaradorlikka erishish istiqbollarini taqdim etadi [7]. Xususan, p tipli donor polimer bilan noorganik CdSe [8] va ZnO [9] akseptorli nanostrukturalardan foydalanilganda ko'plab yangicha xususiyatlar va imkoniyatlar namoyon bo'ladi. Bir o'lchamli (1-D) noorganik yarimo'tkazgich nanostrukturalar va nanozarralar quyosh elementlarida zaryad tashuvchilarning uzatilishi uchun to'g'ridan- tog'ri yo'lak vazifasini o'taydi [10]. Bu nanostrukturalarning zaryad tashuvchilarning yuqori harakatchanligi, termo stabilligi va tashqi ta'sirlarga qarshilik ko'rsatish kabi fundamental xususiyatlari donor material bilan kontakt qilishda va zaryad tashuvchilarni injeksiyalashda yuqori samaradorlikka sabab bo'lishi mumkin. Xususan ZnO nanorodlari va nanotolalari gibrid quyosh elementlari uchun istiqbolli material

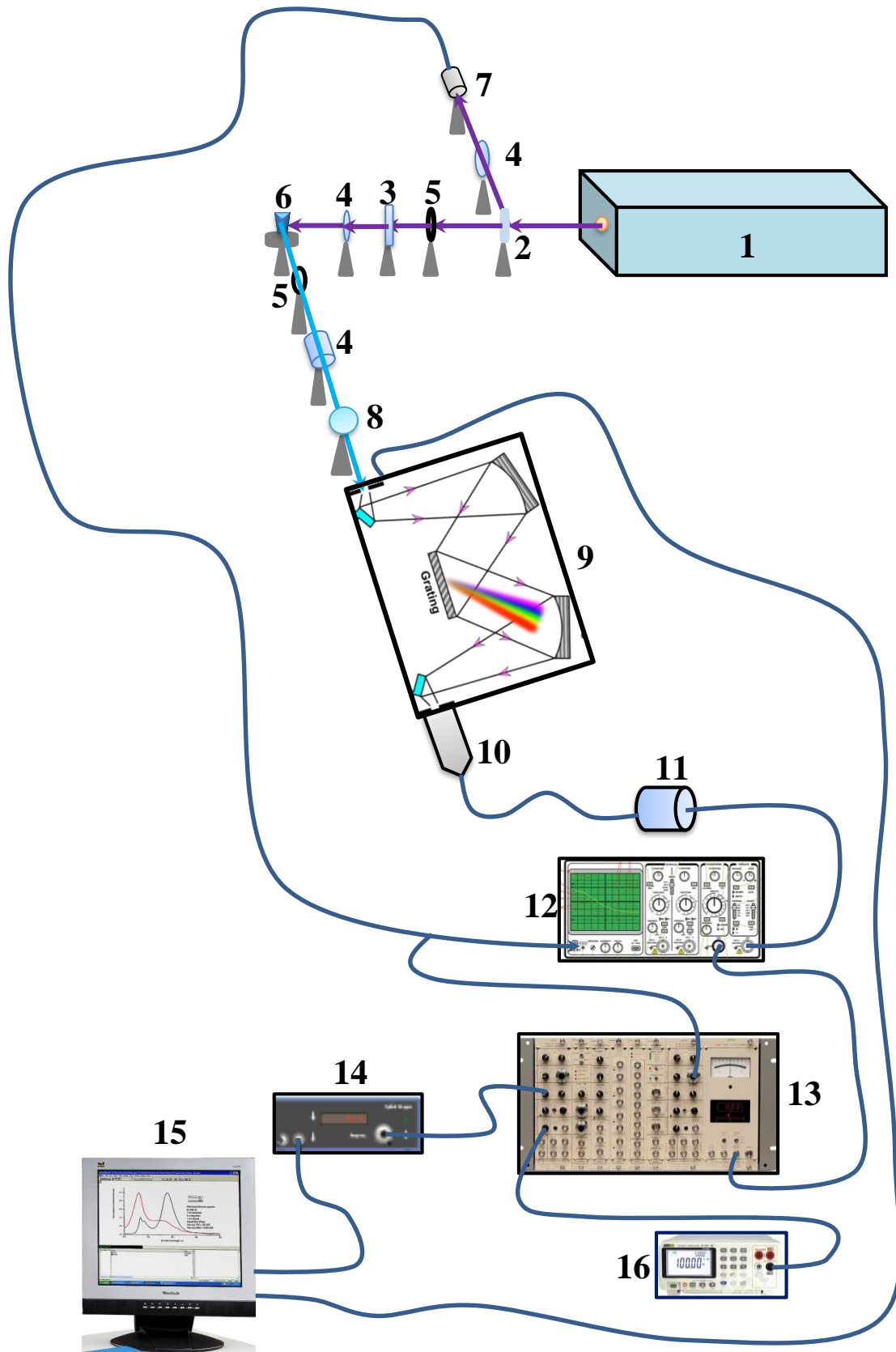


sifatida baholanmoqda [11]. Ushbu sohada keng ko'lamli tadqiqotlar amalga oshirilayotganiga qaramay, gibrid kompozitli quyosh elementlarining effektivligi ikki qatlamli qurilmalar effektivligiga yaqin, biroq hajmiy geteroo'tishli organik quyosh elementlariga qaraganda ancha past. Ushbu kamchilikning asosiy sababi polimer- noorganik yarimo'tkazgich interfeysida zaryad tashuvchilarning yo'qotishi yuqoqri ekanligidir. Noorganik yarimo'tkazgichlar sirtidagi defektlar tufayli zaryadlarni ajralish effektivligi kamayib ketadi ya'ni eksitonning elektron va kovakga parchalanishidan ko'ra ularning rekombinatsiyalashib ketishi kuzatiladi. Ushbu jarayonlarni o'rganishning qulay va samarali usuli lyuminesentsiya usulidir, bunda polimer - noorganik yarimo'tkazgichli geterostrukturaning chegarasida sodir bo'lgan jarayonlarni aniqlashga imkoni paydo bo'ladi.

3. Namunalarning lyuminesentsiya xossalarini tadqiq qilish qurilmasi va uning tavsifi

Impulsi nurlanish beruvchi manbalarni qo'llagan holda moddalarda uyg'otilgan lyuminesentsiyani tadqiq etish tadqiqotchi oldida bir qancha imkoniyatlarni ochib beradi: lyuminesentsiya dinamikasi, davomiyligi, uni kinetik xarakteristikalarini tadqiq qilishni o'rganish. 5- rasmda tadqiqot qurilmasining prinsipial sxemasi keltirilgan bo'lib, ushbu tadqiqot qurilmasi UB sohada yuqori quvvatli nurlanish beruvchi azot

lazeri (N_2 - lazери (LGN- 505) $\lambda=337.1$ nm, $\tau=6$ ns, $P\sim 15$ kWt, takrorlanish chastotasi 5 - 100 Hz) yordamida uyg'otilgan fotolyuminesentsiya spektrini impulsi signallarni stroblash metodi yordamida registratsiya qilish, ma'lumotlarni qayta ishlash va olingan ma'lumotlarni saqlash imkoniyatiga ega. Lyuminesentsiya spektrini registratsiya qilish rejimida tadqiqot qurilmasi quyidagicha ishlaydi: Uyg'otuvchi nurlanish manbai (1) dan chiquvchi impulsi yorug'lik kvarts linza (4) yordamida namuna (6) ga fokuslanadi. Uyg'otuvchi nurlanishning bir qismi yupqa kvarts plastinka (2) dan qaytib fotodiod (7) ga fokuslanadi. Fotodiodda elektr signaliga aylangan yorug'lik signali amalda tayanch signal vazifasini o'taydi. Lazerdagi spontan nurlanish yorug'lik filtri (3) yordamida to'sib qo'yiladi. Na'muna (6) da uyg'otilgan lyuminesentsiya kondensator linza (4) yordamida Monoxromator MDR -23 (9) ning kirish tirqishiga fokuslanadi. Bunda uyg'otuvchi nurlanish bilan registratsiya qilish yo'nalishlari orasidagi burchak 90° tashkil etadi. Burchakning bunday tanlanishiga sabab, namuna yuzasidan sochilgan lazer nuri monoxromatorning kirish tirqishiga yo'nalganligi minimum bo'lganligi uchun. O'rganilayotgan nurlanish yo'liga diafragma (5) qo'yilib uning kichik diametrdagi qismi kesib olinadi. Monoxromatorida spektrga ajralgan nurlanish uning chiqish tirqishiga o'rnatilgan fotoelektron kuchaytirgich FEU - 79 (10) ga yuboriladi.



5-rasm. Impulsi nurlanish yordamida uyg'otilgan lyuminessentsiya xarateristikalarini tadqiq qilish qurilmasining prinsipial sxemasi.



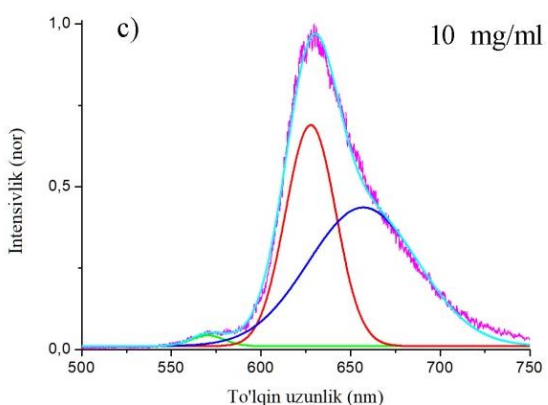
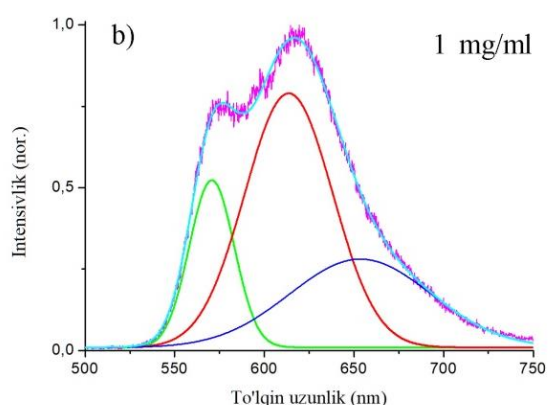
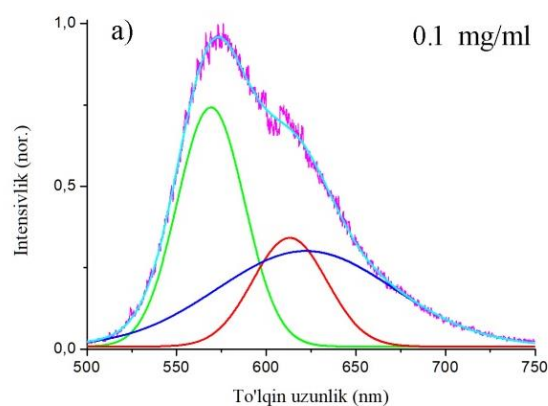
Fotoelektron kuchaytirgichda yorug'lik signali ikkilamchi elektron emissiya hisobiga elektr signaliga aylyantiriladi. Fotoelektron kuchaytirgichdan chiqqan impulsli elektr signali kechiktirish qurilmasi (11) ga uzatiladi. Kechiktrish qurilmasidan chiqqach o'rganilayotgan signal Bokskarintegrator BCI-280 (13) ning va Ossillograf C1-74 (12) ning kirish qismiga uzatiladi. O'rganilayotgan signalning ishga tushiruvchi (tayanch signali) signalga nisbatan kechikishini ta'minlash uchun kechiktirish qurilmasi (11) qo'llaniladi. Bokskarintegrator yordamida o'rganilayotgan impulsli elektr signalini alohida qismlarga ajratib o'lchash imkoniyati mavjud. O'rganilayotgan signalning intensivligi Voltmetr (16) da o'lchanadi. Bokskarintegratorda registratsiya qilingan impulsli signal Interfeys (14) da ikkilik formatga o'zgartirilib kompyuter (15) ga uzatiladi. Ma'lumotlarni qayta ishlash bevosita kompyuterda amalga oshiriladi. Impulsli signalni strob integrallash usuli bilan qayd qilish quyidagilardan iborat: o'rganilayotgan impulsli signal asbobning kirish qismiga yo'naltirilganda faqatgina aniq vaqtda strob integrallash registratsiya tizimi ishga tushadi, uning ishga tushishi hamda davomiyligi impuls kechikish vaqti (τ_z) va o'lchayotgan strob kengligi ($\Delta\tau$) bilan belgilanadi. Yuqorida aytib o'tildiki, ogohlantiruvchi signal to'g'ridan-to'g'ri uyg'otuvchi nurlanishning bir qismidan fotodiod (LFD - 2) (7) yordamida hosil qilinadi.

4. Poly (3- decylthiophene) elektr o'tkazuvchi polimeri eritmalarining lyuminesntsentsiya xarakteristikalarini o'lchash

P3AT guruhiga mansub Poly (3-decyl thiophene) ($C_{10}H_{21}\cdot S \rightarrow (P3DT)$) elektr o'tkazuvchi polimeri spektrning ko'zga ko'rinuvchi sohasida keng yutilish polosasiga ega ekanligi, issiqlik ta'siriga chidamliligi sabab organik fotoelementlar uchun istiqbolli material sifatida qaralmoqda. Shu nuqtai nazardan, P3DT elektr o'tkazuvchi polimerining optik xossalarini tadqiq etish muhim amaliy ahamiyatga ega. P3AT elektr o'tkazuvchi polimerlarining optik xossalari polimer zanjirlarining tartiblanganlik darajasiga, erituvchining tabiatiga va konsentratsiyaga kuchli bog'liq. Ushbu tadqiqot ishida P3DT elektr o'tkazuvchi polimerining toluoldagi turli konsentratsiyali eritmalarining lyuminesntsentsiya xossalari tadqiq qilingan. Eritmalarning lyuminesntsentsiyasi yuqorida keltirilgan tadqiqot qurilmasida N_2 lazeri ($\lambda = 337.1$ nm, $\tau = 6$ ns, $P \sim 15$ kWt) yordamida uyg'otildi. Lyuminesntsentsiya spektrlari 0.75 bazali MDR-23 monoxromatori, yuqori sezgirlikka ega fotoelektron ko'paytirgich (spektral diapazoni: 300-800 nm) va impulsli signalni stroblab integrallovchi BCI-280 bokskar integratorini qo'llagan holda registratsiya qilindi.

5. Poly (3- decylthiophene) elektr o'tkazuvchi polimeri eritmalarining lyuminesntsentsiya xarakteristikalarini va ularning tahlili

P3DT ning toluoldagi eritmalarining lyuminesstsiyasi 2- bobda keltirilgan eksperimental qurilmada o'Ichandi. Lyuminesstsiya spektrlari 22- rasmda keltirilgan. Lyuminesstsiya spektrlari murakkab bo'lib, har bir lyuminesstsiya spektri 3 ta Gauss tashkil etuvchilardan iborat (6- rasm). 0,1 mg/ml konsentratsiyali eritmaning lyuminesstsiya spektri ~570 nm, ~613 nm va ~622 nm to'lqin uzunliklarida joylashgan nurlanish polosalaridan tashkil topgan. Spektrning ~570 nm to'lqin uzunligidagi nurlanish polosasi elektr o'tkazuvchi polimerning yakka monomer molekulasiga tegishli deya nisbat beriladi. Qolgan nurlanish polosalarining tabiati haqida aniq to'xtamga kelinmagan. Bu nurlanish polosalari polimerning dimer va trimer molekulalariga tegishli bo'lishi taxmin qilinadi. Eritmadagi elektr o'tkazuvchi polimerning konsentratsiyasi ortib borishi bilan lyuminesstsiya spektrining ~570 nm to'lqin uzunligidagi nurlanish polosasining o'rni o'zgarimasdan qolib, polosa intensivligi keskin kamaydi. Erish jarayonida polimer zanjirlari alohida monomerlarga parchalanishi kamayganligi hisobiga ~570 nm dagi nurlanish polosasining intensivligining pasaygan. Shuningdek, ~613 nm va ~622 nm to'lqin uzunliklarida joylashgan nurlanish polosalari katta to'lqin uzunligi tomonga siljidi (1- b) va c) rasmlar). Qizil siljish konsentratsiya ortishi bilan eritma hajmidagi polimer zanjirlarining o'zaro ta'sirining kuchayishi hisobiga yuza kelgan deyish mumkin. Planar tuzilishga ega organik fotoelementlarda elektr o'tkazuvchi polimer qatlamining yupqaligi fotoelement samaradorligining ortishiga xizmat qilishini hisobga olsak, monomerlar konsentratsiya



konsentratsiyali eritmalarining lyuminesstsiya spektrlari va ularning Gauss tashkil etuvchilari.

yuqori bo'lgan (~0,1 mg/ml) polimer eritmalaridan foydalanish maqsadga muvofiq. Albatta, bu tadqiqot ishlari davom etishni talab qiladi. Olingan yangi natijalar elektr o'tkazuvchi polimerlarning fizik xususiyatlarini yanada ochib beradi.

Foydalanilgan adabiyotlar:



- [1] www.nrel.gov/pv/cell-efficiency.html
- [2] G. Rumbles, I.D.W. Samuel, L. Magnani, K.A. Murray, A.J. DeMello, B. Crystal, S. C. Moratti, B. M. Stone, A. B. Holmes, R.H. Friend, *Synthetic Metals* 76 (1996) 47-51.
- [3] Dennler G., Lungenschmied C., Neugebauer H., Sariciftci N. S., Labouret A. J. *Mater. Chem.* 2005, 20, 3224.
- [4] Huynh, W. U.; Dittmer, J. J.; Alivisatos, A. P. *Science* 2002, 295, 2425–2427.
- [5] Liu, J. S.; Tanaka, T.; Sivula, K.; Alivisatos, A. P.; Frechet, J. M. J. *J. Am. Chem. Soc.* 2004, 126, 6550–6551.
- [6] Oomman, K.; Varghese, M. P.; Grimes, C. A. *Nat. Nanotechnol.* 2009, 4, 592–597]
- [7] Law, M.; Greene, L. E.; Johnson, J. C.; Saykally, R.; Yang, P. *Nat. Mater.* 2005, 4, 455–459.
- [8] Oosterhout, S. D.; Wienk, M. M.; van Bavel, S. S.; Thiedmann, R.; Koster, L. J. A.; Gilot, J.; Loos, J.; Schmidt, V.; Janssen, R. A. J. *Nat. Mater.* 2009, 8, 818–824.
- [9] Xia, Y.; Yang, P.; Sun, Y.; Wu, Y.; Mayers, B. B.; Gates, B.; Yin, Y.; Kim, F.; Yan, H. *Adv. Mater.* 2003, 15, 353].
- [10] Olson, D. C.; Shaheen, S. E.; Collins, R. T.; Ginley, D. S. *J. Phys. Chem. C* 2007, 111, 16640–16645].
- [11] Yanmao Dong, Jianmei Lu, Feng Yan, Qingfeng Xu, *POLYMER COMPOSITES*—2009, 723-730. Published online in Wiley Inter Science (www.interscience.wiley.com).
- [12] Yi-Fang Huang, Hsin-Liang Chen, Joseph W. Ting, Chien-Shiun Liao, Randy W. Larsen,| and Wunshain Fann, *J. Phys. Chem. B* 2004, 108, 9619-9622.