P3HT:PCBM VA P3HT:ITIC ARALASHMALARI ASOSIDAGI ORGANIK QUYOSH ELEMENTLARINING VAQT O'TISHI BILAN OPTIK VA FOTOVOLTAIK PARAMETRLARINING O'ZGARISHI

Kamoliddinov Jamshidbek Baxriddin o'g'li
Namangan davlat universiteti Fizika yo'nalishi magistranti.
e-mail: kamoliddinovjamshidbek777@gmail.com
https://doi.org/10.5281/zenodo.20064483

Annotatsiya

Maqolada P3HT:PCBM va P3HT:ITIC aralashmalari asosida tayyorlangan yupqa faol qatlamlarning atmosfera sharoitida vaqt o'tishi bilan optik yutilish spektrlarida sodir bo'ladigan o'zgarishlar tahlil qilingan. Yangi tayyorlangan, hamda 240 va 720 soat saqlangan namunalardan olingan natijalar taqqoslangan. Tadqiqot natijalari ikkala aralashmada ham yutilish koeffitsientining bosqichma-bosqich pasayishini, P3HT:ITIC qatlamida esa dastlabki davrda kuchliroq, keyingi davrda esa sustlashgan o'zgarishlarni ko'rsatdi. Olingan natijalar OQE qurilmalarining xizmat ko'rsatish muddatini oshirish bo'yicha tavsiyalar ishlab chiqishga asos bo'ladi.

Kalit so'zlar: organik quyosh elementi, P3HT:PCBM, P3HT:ITIC, degradatsiya, yutilish spektri, fotovoltaik parametrlar.

Аннотация

В статье проанализированы изменения, происходящие в спектрах оптического поглощения тонких активных слоёв, изготовленных на основе смесей P3HT:PCBM и P3HT:ITIC, с течением времени в атмосферных условиях. Сопоставлены результаты, полученные на свежеприготовленных образцах, а также на образцах, хранившихся в течение 240 и 720 часов. Результаты исследования показали, что в обеих смесях наблюдается постепенное снижение коэффициента поглощения, при этом в слое P3HT:ITIC изменения были более выраженными в начальный период и ослабевали в последующий период. Полученные результаты служат основой для разработки рекомендаций по увеличению срока службы устройств ОСЭ (органических солнечных элементов).

Ключевые слова: органический солнечный элемент, P3HT:PCBM, P3HT:ITIC, деградация, спектр поглощения, фотовольтаические параметры.

Abstract

This article analyzes the changes occurring in the optical absorption spectra of thin active layers prepared on the basis of P3HT:PCBM and P3HT:ITIC blends over time under atmospheric conditions. The results obtained from freshly prepared samples and from samples stored for 240 and 720 hours are compared. The findings revealed a gradual decrease in the absorption coefficient in both blends, while in the P3HT:ITIC layer the changes were more pronounced during the initial period and slowed down in the subsequent period. The obtained results provide a basis for developing recommendations to extend the service life of OSC (organic solar cell) devices.

Keywords: organic solar cell, P3HT:PCBM, P3HT:ITIC, degradation, absorption spectrum, photovoltaic parameters.

Kirish

Organik yarimo'tkazgich materiallari asosidagi quyosh elementlari (OQE) yengilligi, egiluvchanligi va past ishlab chiqarish xarajatlari bilan an'anaviy kremniyli qurilmalarga

muqobil yo'nalish sifatida e'tibor qozonmoqda. Biroq bunday qurilmalarning real ishlash muddati bir necha ming soat bilan cheklangan bo'lib, bu kremniyli quyosh elementlariga nisbatan ancha kam. Buning sabablari sirasiga tashqi omillar (kislorod, namlik, yuqori harorat, yorug'lik nurlanishi) hamda ichki omillar (qatlamlararo diffuziya, tarkibiy o'zgarishlar) kiradi. Shu sababli OQE strukturalaridagi degradatsiya jarayonlarini o'rganish va ularni sekinlashtirish yo'llarini qidirish dolzarb ilmiy-texnikaviy muammodir.

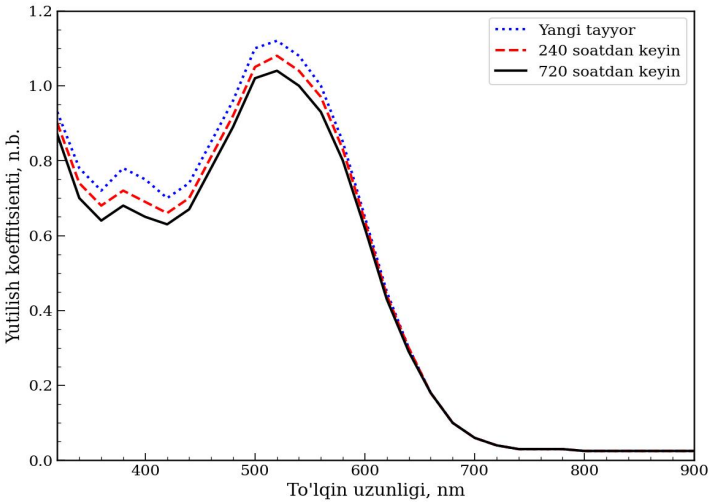
Mazkur ishda donor sifatida P3HT, akseptor sifatida esa fullerenli (PCBM) va fullerensiz (ITIC) molekulalar tanlandi. Tadqiqotning maqsadi — bu ikki tip aralashmalar asosida tayyorlangan yupqa faol qatlamlarning vaqt o'tishi bilan optik yutilish spektrlaridagi o'zgarishlarni qiyosiy o'rganish va ularni qurilmaning fotovoltaik parametrlari bilan bog'lash.

Materiallar va metodlar

Donor material sifatida P3HT, akseptor sifatida PCBM va ITIC molekulalari ishlatildi. Yupqa qatlamlar shisha taglikka eritma usuli yordamida shakllantirildi. Yutilish spektrlari ko'rinuvchi va yaqin ultrabinafsha sohada o'lchandi. O'lchovlar yangi tayyorlangan namunalarda hamda atmosfera sharoitida xona haroratida 240 va 720 soat saqlangan namunalarda takroran amalga oshirildi. Faol qatlam materiallarining o'ziga xos degradatsiya jarayonlarini boshqa qatlamlar ta'siridan ajratish uchun namunalarda metall elektrod (Al) o'rnatilmagan tuzilmalardan foydalanildi.

Natijalar va ularning muhokamasi

1-rasmda P3HT:PCBM yupqa qatlamining yutilish spektrining vaqt o'tishi bilan o'zgarishi keltirilgan. Yangi tayyorlangan namunada PCBM molekulalariga xos bo'lgan 400 nm atrofidagi soha va P3HT komponentiga taalluqli 450–550 nm to'lqin uzunligi oralig'idagi keng yutilish polosasi yaqqol kuzatiladi. Vaqt o'tishi bilan ikkala sohada ham yutilish koeffitsientining asta-sekin pasayishi qayd etildi.

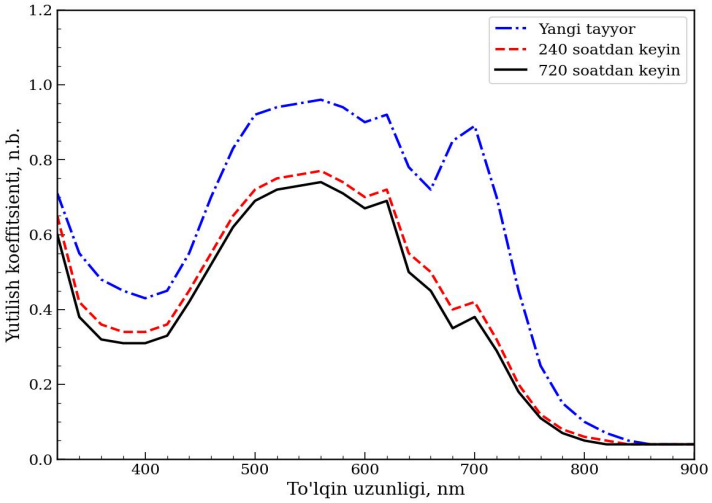


1-rasm. P3HT:PCBM yupqa qatlamining vaqt o'tishi bilan yutilish spektrining o'zgarishi.

2-rasmda P3HT:ITIC faol qatlamining yutilish spektrining o'zgarishi tasvirlangan. Bu yerda P3HT komponenti uchun xarakterli 450–550 nm soha va ITIC molekulalariga taalluqli 650–700 nm to'lqin uzunligi oralig'ida yutilish darajasining bosqichma-bosqich kamayishi aniqlandi. Shunisi e'tiborga loyiqki, P3HT:ITIC qatlamida birinchi 240 soatlik davrda yutilish spektri sezilarli darajada o'zgardi, kelgusi davrda esa (240 dan 720 soatgacha) bu o'zgarishlar ancha sust namoyon bo'ldi. Bu hodisani qatlamning vaqt o'tishi bilan asta-sekin barqarorlashishi sifatida talqin qilish mumkin.

Optik yutilish spektrlarida kuzatilgan o'zgarishlar shu turdagi faol qatlamlar asosidagi OQE namunalarining fotovoltaik parametrlarida ham o'z aksini topdi: yutilish qobiliyati pasayishi

bilan birga qisqa tutashuv toki va energiya o'zgartirish samaradorligi ko'rsatkichlari ham mos ravishda kamaydi. Shisha taglik o'rganilayotgan optik sohada quyosh nurini ahamiyatli darajada yutmagani uchun qayd etilgan o'zgarishlar to'g'ridan-to'g'ri faol qatlam materiallarining holatini aks ettiradi.



2-rasm. P3HT:ITIC faol qatlamining vaqt o'tishi bilan yutilish spektrining o'zgarishi.

Olingan natijalar OQE strukturalaridagi degradatsiya jarayonlarining ko'p bosqichli xususiyatga egaligini tasdiqlaydi. Yutilish spektrlaridagi asta-sekin o'zgarishlar kislorod va namlikning fotofaol qatlam ichkarisiga diffuziyasi natijasida sodir bo'ladigan oksidlanish jarayonlari bilan bog'liq deb taxmin qilish mumkin. Bunday jarayonlar molekulyar zanjirlardagi konyugatsiya holatining buzilishiga va, natijada, ko'rinuvchi sohadagi yutilish koeffitsientining pasayishiga olib keladi.

Qo'shimcha tajribalar shuni ko'rsatdiki, dastlabki termik qizdirishdan o'tkazilgan namunalarda yutilishning pasayish tezligi qizdirilmagan namunalarga nisbatan sezilarli darajada past bo'ldi. Bu termik qayta ishlovning faol qatlam morfologiyasini yaxshilashga va degradatsiyaga moyil strukturaviy nuqsonlarni qisman bartaraf etishga ta'sir ko'rsatishi mumkinligini ko'rsatadi.

Xulosa

Tadqiqot natijalariga ko'ra, ikkala aralashma uchun ham yutilish koeffitsientining bosqichma-bosqich pasayishi tasdiqlandi; P3HT:ITIC qatlamida birinchi 240 soatda kuzatilgan sezilarli o'zgarishlar keyingi davrda barqarorlashish bosqichiga o'tdi; optik o'zgarishlar OQE namunalarining fotovoltaik parametrlaridagi degradatsiya bilan o'zaro mos kelishi ko'rsatildi. Olingan natijalar qo'shimcha bufer qatlamlardan foydalanish, kapsulalashning maxsus usullarini joriy etish va termik qayta ishlov rejimlarini optimallashtirish orqali OQE qurilmalarining xizmat ko'rsatish muddatini oshirish bo'yicha amaliy tavsiyalar ishlab chiqishga asos bo'ladi.

Foydalanilgan adabiyotlar

1. Jorgensen M., Norrman K., Krebs F.C. Stability/degradation of polymer solar cells // Solar Energy Materials and Solar Cells. — 2008. — Vol. 92, № 7. — P. 686–714.
2. Krebs F.C. Stability and degradation of organic and polymer solar cells. — Chichester: John Wiley & Sons, 2012. — 376 p.
3. Lin Y., Wang J., Zhang Z.-G. va boshq. An electron acceptor challenging fullerenes for efficient polymer solar cells // Advanced Materials. — 2015. — Vol. 27, № 7. — P. 1170–1174.
4. Cheng P., Li G., Zhan X., Yang Y. Next-generation organic photovoltaics based on non-fullerene acceptors // Nature Photonics. — 2018. — Vol. 12, № 3. — P. 131–142.