

ВЛАСТИВОСТІ ПОКРАЩЕНИХ СЦИНТИЛЯЦІЙНИХ МАТЕРІАЛІВ НА ОСНОВІ КРЕМНІЙ-ОРГАНІЧНИХ ПОЛІМЕРІВ

Чурсанова М. В.,

кандидат фізико-математичних наук,

доцент кафедри загальної фізики та фізики твердого тіла

Національний технічний університет України

"Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського"

м. Київ, Україна

Численні наукові та технологічні проблеми сьогодення, зокрема інтереси радіоекології та радіомедицини, вимагають вимірювання малих потоків іонізуючого випромінювання. Тому актуальною є розробка, дослідження та підвищення чутливості відповідних детекторів, а отже дослідження новітніх сцинтиляційних матеріалів. Сцинтиляторами є речовини, які здатні випромінювати світло при поглинанні іонізуючого випромінювання, причому випромінена кількість фотонів майже пропорційно залежить від поглиненої енергії випромінювання. Останні наукові дослідження [1, 2] показали, що органічні люмінесцентні матеріали та детектори іонізуючої радіації на їх основі мають ряд переваг при реєстрації легких заряджених частинок в порівнянні з неорганічними матеріалами і мають стабільний квантовий вихід у межах широкого діапазону температур. Для підвищення чутливості актуальною є проблема виготовлення детекторів з великою площею поверхні, що стає можливим завдяки використанню полікристалічних та композитних кремній-органічних матеріалів.

Порівняльні дослідження оптичних властивостей сцинтиляторів на основі монокристалів, полікристалів та розчинів стильбену [2] показали, що відносний

квантовий вихід для полікристалічних матеріалів не має помітної відмінності від квантового виходу монокристалів. При цьому полікристалічні сцинтилятори не мають жодних технологічних обмежень щодо площі поверхні та конфігурації в порівнянні з монокристалами. А саме, розроблено новітню методику виготовлення полікристалічних матеріалів за допомогою гарячого пресування мікрокристалічних гранул стильбену [2]. Аналіз спектрів фотолюмінесценції та спектрів збудження в залежності від довжини хвилі збудження, від температури в діапазоні від 5 до 280 K та від розміру гранул показав, що для полікристалічних матеріалів можливо досягти інтенсивності фотолюмінесценції що складає близько 87% від величини для монокристалів [2].

Крім того, важливим є з'ясування механізму вивільнення носіїв із пасток, що визначає інтенсивність фотолюмінесценції. Характерною особливістю полімерів є наявність неперервного спектру енергії локалізованих станів. При опроміненні полімеру ультрафіолетовим світлом збуджуються електрони і дірки, які захоплюються локалізованими станами і при низьких температурах можуть перебувати на них довгий час. Така система з локалізованими на пастках носіями є нерівноважною. При дослідженні методом термолюмінесценції полімер нагрівається, носії звільняються із пасток та відбувається частково випромінювальна рекомбінація. Вважається, що звільнення носіїв із пасток відбувається завдяки коливальним рухам різних видів (акустичним та оптичним), але окремі коливання не виділяються і залежність інтенсивності випромінювання від температури є суцільною кривою. При цьому поглинання кванта коливань відбувається для тих локалізованих зарядів, енергія активації яких дорівнює або менша енергії кванта коливань. Оскільки існують оптичні коливання з різною енергією, можливий відрив зарядів з різних глибин залягання локалізованих станів і, отже, спостереження декількох енергій активації. Тому, незважаючи на те, що енергетичний спектр рівнів пасток в полімерах квазінеперервний і рівні заселені зовнішнім джерелом збудження неперервно, спектр енергій активації, що спостерігається методом фракційної термолюмінесценції, може бути дискретним. Ефект появи дискретних рівнів

енергії активації локалізованих носіїв заряду було виявлено при дослідженні термолюмінесценції органічних полімерів PDHS та PDHGe [3, 4]. Більш того, при порівнянні спектрів фракційної термолюмінесценції та спектрів комбінаційного розсіювання встановлено що дискретні значення енергії активації співпадають з квантом енергії молекулярних коливань, отриманим із даних по комбінаційному розсіювання світла. Також в [4] показано, що цей ефект стає менш помітним (зменшується кількість дискретних рівнів енергій активації та додаткова структура стає менш виразною) при появі неоднорідностей в полікристалічній системі і збільшенні ширини рівнів молекулярних коливань.

Посилання:

1. J.H. Baker, N.Z. Galunov, O.A. Tarasenko, "Variation of Scintillation Light Yield of Organic Crystalline Solids for Different Temperatures " / IEEE Transactions on Nuclear Sciences, 2008, v.55, p.2736
2. N. Ostapenko, M. Ilchenko, Yu. Ostapenko, O. Kerita, V. Melnik, E. Klishevich, N. Galunov, I. Lazarev & M. Chursanova "Photoluminescence of a new polycrystalline scintillator based on stilbene" / Molecular Crystals and Liquid Crystals, 2018, v. 671:1, pp. 104-112
3. Fluorescence relaxation kinetics of poly(methylphenylsilane) film and nanocomposites / N. Ostapenko V. Gulbinas R. Augulis A. Boiko M. Chursanova A. Volkov G. Telbiz // Nanoscale Research Letters, - 2016. - 11(1):185, - p.1-6
4. N.I. Ostapenko, O.A. Kerita, Yu.V. Ostapenko, and M.V. Chursanova "Effect of the polymer ordering on the optical spectra and thermoluminescence of polygermane and polysilane films and nanocomposites" / Low Temperature Physics/Fizika Nizkikh Temperatur, 2019, v. 45, No. 7, pp. 874–880