

3. Луцьк Р.В., Малкин Э.С., Луцьк А.Ф. Исследование микропоровой структуры коллоидных капиллярно-пористых тел методом термограмм сушки // Коллоидный журнал. – 1985. – 47, № 2. – с. 309–314.
4. Михеев М.А. Основы теплопередачи. – М.: Госэнергоиздат. – 1956. – 392 с.
5. Кричевский Г. Е. Химическая технология текстильных материалов. Заключительная отделка текстильных материалов. – М., 2001. – т. 3.
6. Глубіш П.А., Добровольський С.А. Підвищення якості обробки текстильних матеріалів. – К.: Техніка, 1994. – 162 с.
7. Галык И.С., Семак Б.Д., Машкова Е.Н. Влияние компонентного состава и гидрофобизации на влагопроводные свойства плащевых тканей // Изв. вузов. ТЛП. – 1983. – № 2. – с. 23–27.
8. Козинда З.Ю., Горбачева И.Н., Суворова Е.Г., Сухова Л.М. Методы получения текстильных материалов со специальными свойствами. – М.: Легпромбытиздат. – 1988. – 112 с.
9. Шиканова И.А. Технология отделки шерстяных тканей. – М.: Легкая и пищевая промышленность, 1983. – 348 с.
10. Луцьк Р.В., Малкин Э.С., Абаржи И.И. Тепломассообмен при обработке текстильных материалов. – К.: Наукова думка, 1993. – 344 с.

Надійшла 25.11.2008

УДК 621.792:544.6.328.3

ПОРИСТА ПОЛІМЕРНА ПЛІВКА ЯК НОСІЙ ЕЛЕКТРОДІВ ЕЛЕКТРОЛЮМІНЕСЦЕНТНИХ ПРИСТРОЇВ

Б.М. СТАДНІК

Київський національний університет технологій та дизайну

У статті розглянуто переваги використання пористі полімерні плівки для виготовлення носія ефективних електродів з боку оптичного виходу твердотільних перетворювачів зображень для матричних електролюмінесцентних екранів (у тому числі йі гнучких). Експериментально визначено умови нанесення цього носія електродів на шар електролюмінофору, що забезпечують високу міцність з'єднання його з шаром порошкового електролюмінофору

Електролюмінесцентні пристрої (твердотільні перетворювачі зображень, гнучкі електролюмінесцентні джерела світла, матричні екрани тощо) вимагають розробки ефективної та надійної технології нанесення електродів (як прозорих, так і непрозорих) на шар електролюмінофору.

Об'єкти та методи дослідження

Електролюмінесцентні джерела світла, матричні електролюмінесцентні екрани, твердотільні перетворювачі зображень типу «електролюмінофор постійного струму-фотопровідник» – це планарні структури, у яких між двома електродами (як мінімум один із яких, з боку оптичного виходу, є прозорим) розміщується шар електролюмінофору.

У твердотільних перетворювачів зображень – послідовно з'єднані шари фотопровіднику та електролюмінофору. У разі застосування порошкового електролюмінофору нанесення на його поверхню електрода є складним технологічним завданням [1].

Напилення непрозорих або напівпрозорих металевих електродів призводить до того, що, внаслідок пористості електролюмінесцентного шару, в його товщі можуть утворюватися струмопровідні містки, які можуть призвести до електричного пробоя виробу. Тому товщина шару електролюмінофору має бути не менш ніж 40–50 мкм, а це суттєво зменшує роздільну здатність перетворювачів зображень і матричних екранів до величини 2–4 лін./мм. Приблизно такі ж результати можна отримати за умови застосування та нанесення на електролюмінесцентний шар змішаного із зв'язкою дисперсного оксиду цинку, що був допінгований галієм. Не вирішує проблеми і використання як електрода тонкої склотканини, на яку методом піролізу було нанесено електропровідну плівку легованого сурмою двоокису олова.

Постановка завдання

Для створення ефективних електролюмінесцентних пристроїв необхідно розробити технологію нанесення електродів на електролюмінесцентний шар, що має товщину менше 10 мкм. Це дозволить отримати перетворювачі зображень роздільною здатністю порядку 10 – 20 штр./мм і матричних електролюмінесцентних екранів високої роздільної здатності (до 20 лін./мм і навіть більше).

Результати та їх обговорення

Використання як електрооптичного матеріалу порошкового електролюмінофору постійного струму з розміром частинок порядку 1 мкм дає можливість отримати такі результати за рахунок зменшення товщини шару електролюмінофору до величини порядку 4 – 6 мк, що легко реалізується при застосуванні методу седиментації в центробіжному полі з використанням як середовища осідання розчину зв'язки. Через те що існуючі способи не дозволяють нанести електрод безпосередньо на електролюмінесцентний шар такої товщини, було запропоновано попередньо нанести його на носій електрода, в ролі якого було використано тонку (порядка 5–6 мкм) пористу полімерну плівку. Носій електроду з нанесеним на нього електродом накладався на шар змішаного із зв'язкою порошкового електролюмінофору і закріплювався на ньому в процесі його сушки.

Як пористу плівку, носія електрода, було використано ядерні полімерні мембрани – тонкі полімерні плівки, в яких при опроміненні важкими іонами утворюються місця сильного радіаційного пошкодження, а під дією окислювачів та травників в них утворюються пори – наскрізні отвори, для яких характерна практично округла форма і незначне (9–15%) відхилення від середнього діаметра. Розміри пор можуть бути отримані в широких межах – від 40 ангстрем до декількох мікрометрів [2, 3]. У ролі основи полімерної мембрани було вибрано лавсан, бо він практично не розчиняється в органічних розчинниках, має досить високу (255–265 °С) температуру плавлення, що суттєво спрощує нанесення непрозорого (методом термічного або магнетронного напилення) і прозорого (методом реактивного магнетронного напилення) електродів. Для лавсанових плівок характерна низька гігроскопічність і висока прозорість у видимій ділянці спектра.

Використання як носія електродів пористої полімерної плівки пов'язано з експериментально встановленим фактом – надійне з'єднання носія електрода, полімерної плівки з шаром порошкового електролюмінофору може бути реалізовано лише при використанні пористої плівки, бо при закріпленні плівки з нанесеним на неї електродом на шарі електролюмінофору в процесі його сушки через її пори відбувається видалення розчинника зв'язки. Адгезійна міцність з'єднання пористого носія електродів з шаром порошкового електрода може оцінюватися як силою, так і роботою відриву.

Але звичайно адгезійна міцність характеризується питомою роботою адгезії W_a , що дорівнює роботі відриву на одиницю площі контакту з врахуванням кута α між адгезивом і субстратом і може бути розрахована за формулою [4]:

$$W_a = 2 \frac{F_{ад.}}{b} \cdot \sin^2 \frac{\alpha}{2},$$

де b – ширина плівки, що відривається від шару порошкового електролюмінофору.

Для дослідження міцності з'єднання носія електрода з електролюмінесцентним шаром методом відшарування носія електрода від шару порошкового електролюмінофору під кутом 90° було

Таблиця 1. Вплив діаметра пор носія електрода на його адгезію до електролюмінесцентного шару

Середній діаметр пор носія електрода, мкм	Питома робота адгезії, W_a , Дж/м ²
2,55	768±70
1,00	620±52
0,42	209±32
0,15	164±38
0,10	94±38
0,07	62±25

використано прилад, що базується основі методу, який було свого часу розроблено авторами праці [4]. Швидкість відшарування в усіх дослідках становила 0,12 мм/с. Вимірювалось зусилля, яке передувало початку відриву пористої полімерної плівки відомої ширини від шару електролюмінофору, що дозволило розрахувати роботу

адгезії на одиницю площі контакту W_a . В результаті проведених дослідів було показано (табл. 1): як носія електрода необхідно використовувати полімерні мембрани з середнім діаметром пор 0,1 – 2,5 мкм. Мембрани з порами, що менші 0,1 мкм, мають низьке значення адгезії з електролюмінесцентним шаром. Верхня межа діаметра пор полімерної мембрани як носія електрода обмежується розмірами

Таблиця 2. Вплив тиску повітря в сушильній камері на адгезію носія електрода до шару електролюмінофору

Діаметр пор в полімерній плівці, мкм	Питома робота адгезії W_a , Дж/м ²	
	Сушка в вакуумі	Сушка при атмосферному тиску
2,55	472±62	768±70
1,00	420±30	620±52
0,42	147±16	209±32

частинки електролюмінофору, які мають величину порядку одиниць мікрметра. Коли ж розмір пор носія електрода є більшим від розмірів частинок порошкового електролюмінофору, то спостерігається їх винос на поверхню полімерної мембрани через її пори. При сушінні шару електролюмінофору ці частинки закріплюються на зовнішній поверхні носія електрода, що суттєво знижує якість електролюмінесцентного пристрою. Було проведено дослідження впливу тиску повітря в сушильній

камері на величину адгезії полімерного носія електродів до шару електролюмінофору.

Для цього було проведено дві серії дослідів. В одній серії сушка проводилася при тиску повітря в сушильній камері, що дорівнює атмосферному тиску, а в другій сушка проводилася в вакуумі.

Результати дослідів (середнє від десяти вимірів) наведені в табл. 2.

Як видно, для всіх зразків пористої полімерної плівки питома робота адгезії зменшується із зменшенням тиску повітря в сушильній камері. Подібна залежність адгезії пористої плівки до електролюмінесцентного шару від умов сушки може бути пояснена таким чином. З випаровуванням розчинника зв'язки (як зв'язки було використано епоксидний лак ЕП-096, розчинником для якого служить етилцеллозольв) внаслідок масоперенесення твердої фази в порах мембрани (пористої плівки) [4] з її зовнішнього боку вихідний отвір кожної пори закупорюється частково полімеризованим лаком ЕП-096. Подальше випаровування розчинника відбувається через полімерні, розчинні в етилцеллозольві «пробки», які закривають кожну пору пористої полімерної плівки.

Як відомо [5, 6], в загальному випадку масоперенесення через розчинну полімерну оболонку (у цьому випадку – полімерну «пробку», що утворилася в кожній порі) можна умовно розбити на два етапи. На першому етапі відбувається насичення полімерної оболонки розчинником, а на другому етапі починається процес випаровування розчинника з зовнішнього боку полімерної плівки, інтенсивність якого обмежується швидкістю дифузії розчинника через полімерну оболонку і його кількістю на внутрішньому боці полімерної пробки. При надлишку розчинника можливе повне розчинення полімерної «пробки». Але у цьому разі це неможливо, бо самі «пробки» в порах пористої плівки утворюються лише в кінці процесу сушіння і дифузія розчинника через них відбувається в умовах низької концентрації розчинника в зв'язці. Розчинність повітря в органічних розчинниках і полімерах дуже мала, тому очевидно, що дифузія молекул повітря в напрямку шару порошкового електролюмінофору через пористу полімерну плівку, пори якої закриті «пробками» із частково полімеризованого лака ЕП-096, є на багато порядків меншою по відношенню протилежного за напрямом потоку молекул розчинника.

Таким чином, процес заповнення повітрям порового простору шару електролюмінофору заблоковано через селективні властивості полімерних «пробок» в порах пористої плівки, носія електродів. Через різне значення коефіцієнта дифузії повітря і молекул розчинника в цих «пробках» з випаровуванням розчинника, молекули якого вільно дифундують через неї, парціальний тиск парів розчинника під пористою плівкою знижується, а заповнення порового простору порошкового електролюмінофору молекулами повітря не відбувається. Тому сумарний тиск під пористою плівкою знижується і зовнішній атмосферний тиск підтискає пористу плівку до електролюмінесцентного шару, забезпечуючи тим самим надійний електричний контакт між електродом, що був попередньо нанесений на носій електрода (пористу полімерну плівку), та шаром електролюмінофору. Підтвердженням цієї тези є наведений вище експериментальний результат (табл.2): якщо сушка електролюмінесцентного шару проведена в вакуумі, то це суттєво знижує адгезію пористої плівки з електролюмінесцентним шаром. Пониження тиску під напівпроникною мембраною було раніше вивчено аналітично і доведено експериментально [7]: при випаровуванні води із деякого об'єму, закритого напівпроникною мембраною (целофановою плівкою), по мірі випаровування води спостерігається втягування целофанової

плівки в середину цього об'єму. При безмежному пониженні рівня рідини в об'ємі тиск під полімерною оболонкою прямує до значення, що дорівнює тиску насичених парів води.

Висновки

Пориста полімерна плівка є ефективним носієм електродів електролюмінесцентних пристроїв, що використовують порошкові люмінофори. Селективні властивості пористої полімерної плівки, пори якої заповнені частково полімеризованим епоксидним лаком, призводять до утворення ефективного контакту між електродом, що був попередньо нанесений на неї, та шаром електролюмінофору.

Сушку електролюмінесцентного шару після накладання на нього носія електрода, необхідно проводити при атмосферному тиску. Вакуумна сушка суттєво знижує надійність контакту між шаром порошкового електролюмінофору і пористою полімерною плівкою. Носій електрода – пориста полімерна плівка надійно герметизує електролюмінесцентний шар безпосередньо після його нанесення, ізолюючи його від впливу кисню та парів води, які згубно впливають на термін служби електролюмінесцентних пристроїв.

ЛІТЕРАТУРА

1. Деркач В. П., Корсунский В. М. Электролюминесцентные устройства.– К.: Наукова думка. – 1968.– 301 с.
2. Флеров Г. Н., Баратенков В. С. Практические применения пучков тяжелых токов // Успехи физических наук.– Т. 114. №2.–1974.– с. 351–373.
3. Энциклопедия полимеров. Разделительные мембраны. – Т. 3.– М.: Советская энциклопедия. – 1977.– с.272–274.
4. Дерягин Б. В., Кротова Н.А., Смилга В.П. Адгезия твердых тел.– М.: Наука, 1973. – 279 с.
5. Угрозов В. В. Расчет газоразделения в мембранном модуле с микропористой мембранной // Теоретические основы химической технологии. – Т. 27. – № 5.– 1993.– с. 553–556.
6. Николаев Н. И. Диффузия в мембранах. – М.: Химия.– 1980.– 232 с.
7. Шалиманов В.А. Научные основы управления внутренним тепломассопереносом в капиллярно-пористых телах при создании энергоресурсосберегающих технологий.– Автореферат диссертации на соискание ученой степени доктора технических наук.– К.: – 1974. – 41 с.

Надійшла 25.11.2008

УДК 547.539.12

АЛКІЛУВАННЯ 2-МЕРКАПТОАЗОЛІВ ХЛОРОТРИФТОРЕТИЛЕНОМ

В.М. НАГОРНИЙ, А.О. ГРИГОРЕНКО, Г.Г. КУРИШКО, К.І. ПЕТКО

Київський національний університет технологій та дизайну

Досліджено взаємодію хлоротрифторетилену з 2-меркаптобензімідазолом та 3,5-дифеніл-2-меркаптобензімідазолом. На відміну від аналогічної реакції тетрафторетилену [1] отримано продукт алкілування 2-меркаптобензімідазолу по двох реакційних центрах. У 5-етокси-2-меркаптобензімідазолу отримано несподівані продукти циклізації, можлива причина утворення яких полягає в легкості окиснення о-діамінопохідних бензолу з донорними замісниками

Хоча похідні азолів з фторовмісними замісниками біля атома азоту, ще не достатньо вивчені сполуки, але вони вже практично застосовуються як гербіциди [1], пестициди [2] тощо.