

О.С.Охримович, В.Г.Сисюк

## НАПОВНЕНІ ФОТОЧУТЛИВІ МАТЕРІАЛИ

Розвиток мікроелектроніки в даний час значною мірою визнає прискорення науково-технічного прогресу. Подальше вдосконалення електроніки та радіотехніки потребує більшого використання друкарських плат, інтегральних мікросхем з високим рівнем інтеграції, що являють собою матеріали з нанесеною на їх поверхню структурою. Оскільки друкування на платах здійснюється трафаретним способом, ведуться нові дослідження по його вдосконаленню.

Розроблено нові фоточутливі матеріали для друкування діелектричних і провідникових елементів мікросхем. Такі мікросхеми виготовляються за традиційною товстоплівковою технологією, яка полягає в одержанні пасивних елементів товщиною понад 10 мкм. Для різних паст ця товщина змінюється. Вихідний матеріал - пасти складаються з металічного дрібнодисперсного порошку та органічного зв'язуючого. Пасти наносять через трафарет. Товщина плівкових елементів регулюється в'язкістю пасти. Після друкування на основі одержується "сирий відбиток", який розтікається до заданих меж. Розтікання визначається реологічними властивостями пасти. Щоб зменшити ймовірність електричних пробіїв, потрібно два процеси друкування через сітку. Після друкування допускається витримка при кімнатній температурі протягом 5-10 хв., з наступним сушенням за 30-40 хв. для випаровування розчинників. Температура сушіння повинна бути 80-120 °С в інфрачервоній сушарці. Технологічний процес одержання паст включає операцію експонування в ультрафіолеті через шаблон - негативну фотомаску з високою роздільною здатністю. Час експонування залежить від товщини фоторезиста та інтенсивності освітлення і становить 20-40 с. Проявлення здійснюється за допомогою струменя ацетону під тиском 30-40 Па/дюйм<sup>2</sup> протягом 6-8 с.

Одержана структура повинна бути висушена на повітрі. Пізніше здійснюється операція випалювання в конвеєрній печі з циклом 60 хв. (пікова температура 800°С протягом 8-9 хв.). Розроблені фоточутливі композиції, до складу яких включено епоксіакрилатний олігомер, розчинник та цільові домішки [1], що забезпечують технологічні властивості пасти.

Дослідження ФПК показує кращу якість плівок, практичну відсутність нерівності країв та непродрукованості елементів мікросхеми 4.

Створені фотополімеризаційноздатні пасти складаються з 20-25% світлочутливого органічного зв'язуючого і 70-75% наповнювача. Як наповнювач в діелектричних пастах використовували порошок кристалізуючого скла - сіталоцемент СЦ-273, в провідникових пастах - порошок марки 660. Сіталоцемент СЦ-273, синтезований на основі скла системи  $SiO_2 - PbO - ZnO - TiO_2$ , випаюється при температурі 750 °С. Проведені дослідження та оптимізація складу зв'язуючого і наповнювачів.

Значний інтерес становить вивчення процесу фотозатвердження шару пасти і вплив на цей процес наповнювача і його кількості. На рис. 1 і рис. 2 представлені результати таких досліджень і визначені кінетичні параметри досліджених паст ( $V_{opt}$ ,  $T_{opt}$ ).

Кінетика процесу полімеризації світлочутливої пасти оцінювалась методом електропровідності шарів полімеру (вимірювання питомого об'ємного електричного опору і поверхневого електричного опору).

Характер наповнювача і його вміст впливають на світлочутливість пасти і швидкість фотохімічних перетворень. Так, із збільшенням вмісту порошку СЦ-273 ці показники зростають ( $V_{max}$  при 75 % СЦ-273 в 2 рази більше, ніж при 60 % цього ж порошку). Таким же є вплив кількості порошку 660 на світлочутливість і швидкість фотохімічних перетворень (рис. 1 і

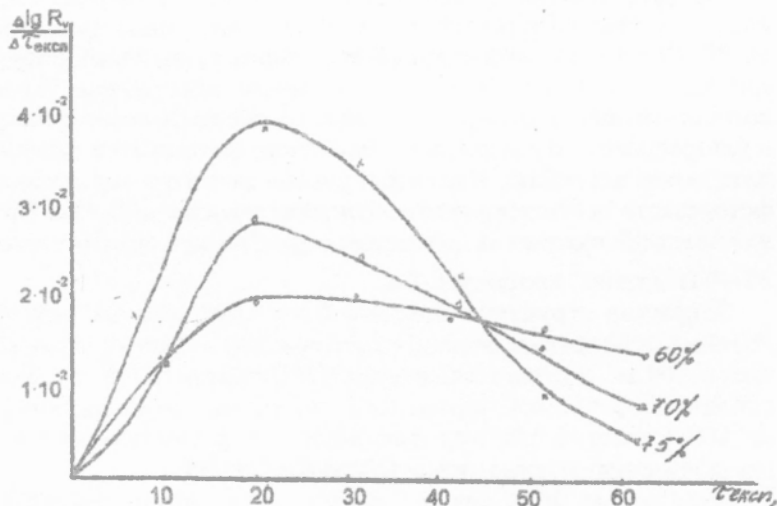


Рис. 1. Вплив процентного вмісту наповнювача СЦ-273 на швидкість фотозатвердження пасти.

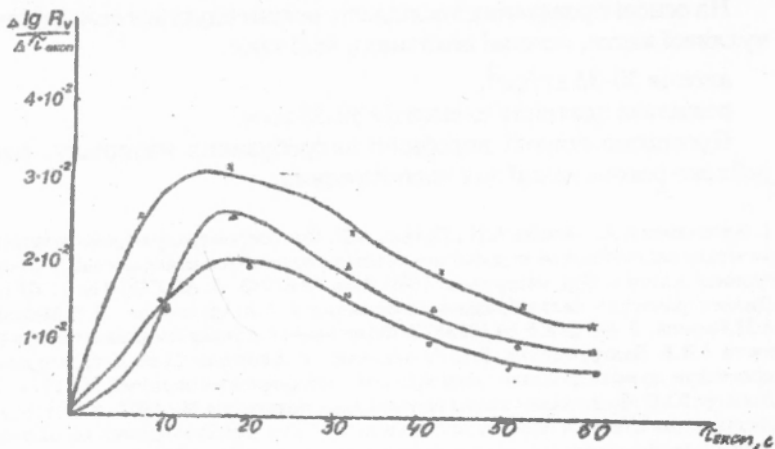


Рис. 2. Вплив процентного вмісту наповнювача 660 на швидкість фотозатвердження пасти.

2). Оптимальним виявився склад пасти, що містить 70 % наповнювача.

Одним із основних експлуатаційних показників розробленого матеріалу є адгезія шару пасти до підложки (визначається методом ґратчастих надрізів) [2]. Цей метод характеризує міцність самого шару (когезію). Встановлено, що при використанні порошку 660 і збільшенні його вмісту показник адгезії погіршується. Застосування пасти з порошком СЦ-273 (70-75 % наповнювача) сприяє поліпшенню показника адгезії (рис. 3).

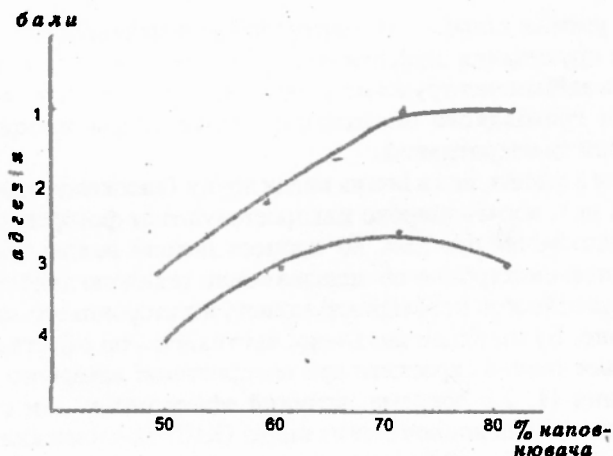


Рис. 3. Вплив процентного вмісту наповнювачів СЦ-273 і 660 на адгезію.

На основі проведених досліджень рекомендується склад фоточутливої пасти, основні показники якої такі:

адгезія 30-35 кг/см<sup>2</sup>;

роздільна здатність елементів 30-35 мкм.

Проведено широкі виробничі випробування матеріалу, розроблено рекомендації для впровадження.

1. Артаманов А.А., Мошля А.И., Пивень А.Н. Фотополимеризующиеся диэлектрические пастообразные композиции на основе полиалкилметакрилатов. // Электронная техника: Сер. материалы. 1989. Вып. № 6/243. 2. АС СССР № 1192515. Диэлектрическая пастообразная композиция / А.А.Артаманов, Н.И.Мошля, А.Н.Пивень. 3. АС СССР № 1233572. Фотополимеризующаяся диэлектрическая паста / В.Б. Балтрушайтис, В.П.Радзявичюс. 4. Корякина М.И. Лабораторный практикум по исследованию лакокрасочных материалов и покрытий. М., 1977. 5. Липатов Ю.С. Физическая химия наполненных полимеров. М., 1977. 6. Методика дослідження кінетики процесу затвердження рідких фотополімерних композицій методом вимірювання питомого електричного опору. Львів, 1989.

Стаття надійшла до редколегії 15.01.93.