

Н.В. Дорош, Г.Л. Кучмій, Л.М. Смеркло

Національний університет "Львівська політехніка",
кафедра електронних приладів,
кафедра електронних засобів інформаційно-комп'ютерних технологій

ТЕХНОЛОГІЯ ВИГОТОВЛЕННЯ ПРЕЦИЗІЙНИХ ДІАФРАГМ ХВИЛЕВІДНИХ НВЧ-ПРИСТРОЇВ МІЛІМЕТРОВОГО ДІАПАЗОНУ

© Дорош Н.В., Кучмій Г.Л., Смеркло Л.М., 2006

Сучасні селективні пристрої, які використовують в мікроелектронних приладах НВЧ-діапазону, вимагають високої точності та малих втрат. У роботі наведено результати розроблення технології виготовлення прецизійних діафрагм на основі міді, яку можна використати для виготовлення мікроелектронних НВЧ-пристроїв.

Modern selective devices, that are widely used in microelectronic equipment of UHF range, require high accuracy and low losses. The results of elaboration of manufacturing technology for precise diaphragms based on copper, which can be used for production of UHF devices, are considered at this paper.

Вступ

Зі скороченням довжини хвилі міліметрового діапазону різко зростає вплив відхилення розмірів фільтрів і технологічних допусків на електричні характеристики, а тим самим знижується процент виходу придатних фільтрів.

У наш час розроблені та широко застосовуються як малогабаритні високоефективні селективні пристрої, вбудовані в хвилевід діафрагми. Спочатку для забезпечення високої точності і малих втрат як вставки НВЧ-хвилевідних фільтрів застосовували кварцеві підкладки товщиною 0,125 і 0,250 мм з рисунком, одержаним методом фотолітографії на напилених напівпровідникових шарах. Однак не технологічність виготовлення таких діафрагм, низький процент виготовлення придатних, висока ціна змусили замінити кварц на дешевший і технологічніший матеріал, який дозволяє отримувати такі ж малі втрати. Діафрагмою була вибрана мідна фольга марки МІ ГОСТ 5638-75. Був розроблений технологічний процес, який дав змогу виготовляти рисунки на товщині фольги 50 мкм з точністю ± 5 мкм і на товщині фольги 25 мкм з точністю $\pm 2,5$ мкм.

Основна частина

Розроблення та виготовлення дослідних партій діафрагм проводили на серійному виробництві нашої промисловості.

Цю методику виготовлення прецизійних діафрагм доцільно застосовувати в галузі створення мікроелектронних НВЧ-приладів, та в технології виготовлення мікроелектронної апаратури.

Широко відомі в мікроелектроніці контактні біметалеві маски, виготовлені фотохімічним способом, які являють собою металеву пластину з отворами заданої конфігурації та розміщення. Технологія виготовлення полягає в тому, що на металевій заготовці створюється методом фотолітографії із застосуванням негативного фоторезисту негативний рисунок маски. Другий бік заготовки захищається лаком. На проблемні місця проводять електролітичне нарощування іншого металу. Потім із заготовки знімають залишки фоторезисту та селективним травленням із відкритих вікон видаляють метал основи маски. З готової маски зі зворотного боку усувають лаковий захист.

Із описаних в літературі методів виготовлення контактних масок є один дуже близький. Це є виготовлення тришарових біметалевих масок, який полягає в тому, що на металеву заготовку наносять з двох боків негативний фоторезист [1]. Методом двостороннього друкування, використовую-

чи суміщені фотошаблони, створюють негативний рисунок маски. На проблемні місця електролітично нарощують метал, видаляють залишки фоторезисту і травлять заготовки. Точність виготовлення тришарових біметалевих масок вища порівняно з двошаровими оскільки двошарове травлення дає менший клин, чим одношарове. Клин травлення значно залежить від товщини заготовки.

У прецизійних діафрагмах, виготовлених за цією технологією, отвори залишаються не закритими гальванічним шаром срібла, внаслідок чого окислюються незахищені участки і погіршуються електричні параметри. Під час травлення метал заготовки розчиняється не тільки вглибину, але й в сторони під захисну плівку. Тому гальванічне нарощування срібла залежить від підтравом і заломлюється, що призводить до зміни геометричних розмірів та нерівності краю.

Тому було запропоновано підвищення точності виготовлення прецизійних металевих діафрагм та проценту виходу придатних.

Спочатку на мідну підкладку наноситься негативний фоторезист, потім через суміщені фотошаблони проводиться експонування шару фоторезисту, а далі здійснюють проявлення, травлення, хімічне полірування. Потім проводять травлення відкритих ділянок заготовки, знімають залишки фоторезисту та електролітично нарощують шари срібла.

Перевагою розробленої технології є те, що заготовка підлягає хімічному поліруванню, що підвищує якість оброблення поверхні фольги на 1–2 класи.

Світловий потік, який проходить через фотошаблон і плівку фоторезисту, трансформується так: частина його поглинається фоторезистом, а частина доходить до підкладки і відбивається від неї. Залежно від стану поверхні підкладки відбувається розсіювання світлового потоку. Внаслідок чого відбувається засвічування фоторезисту, який знаходиться під темним полем фотошаблону, і, як наслідок, спостерігається спотворення геометричних розмірів рисунку діафрагми. Таким чином, чим краще оброблення поверхні, тим вища роздільна здатність методу [2].

На рис. 1 показані залежності величини підтрави заготовки (бічного підтравлювання під край захисної маски) від глибини травлення для різних методів виготовлення прецизійних діафрагм (1 – метод контактних біметалевих масок, 2 – метод тришарових біметалевих масок, 3 – запропонований метод.

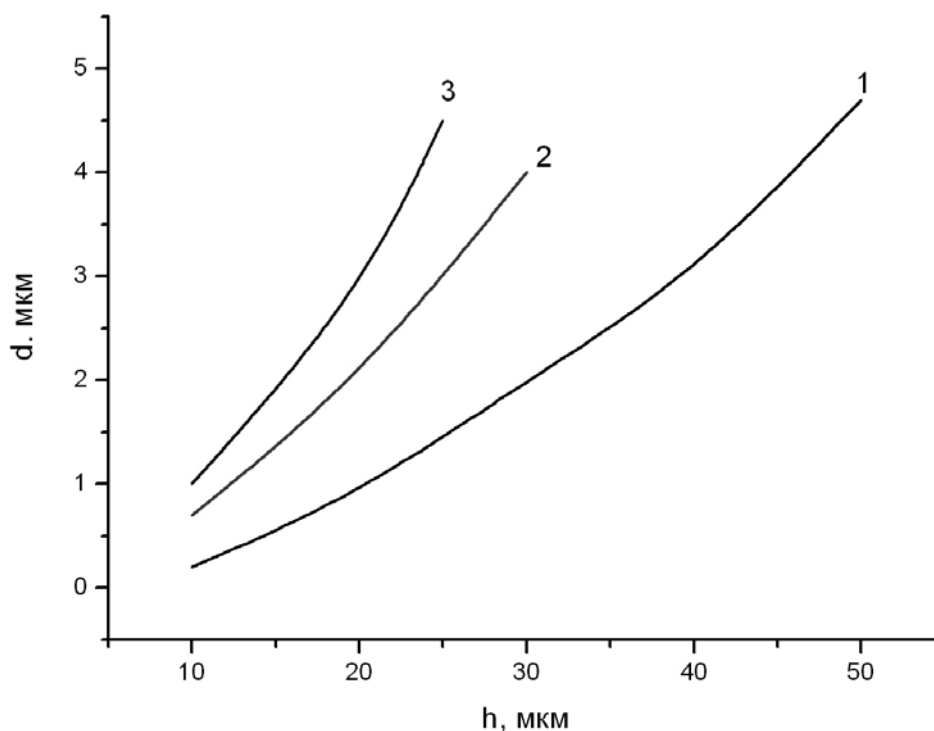


Рис. 1. Залежності величини підтрави заготовки (бічного підтравлювання під край захисної маски) від глибини травлення

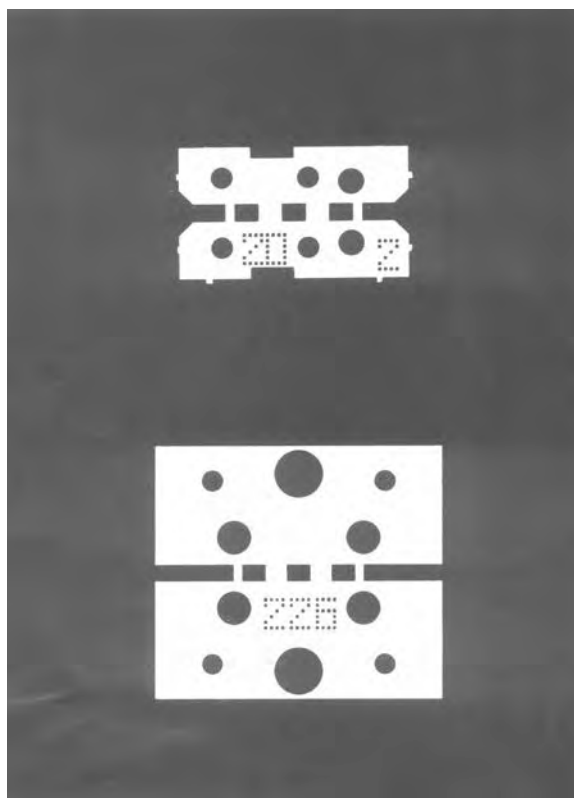


Рис. 2. Зображення діафрагм

На заготовці методом двосторонньої літографії з використанням негативного фоторезисту ФН-11 ТУ 6-14-631-78 виготовляють позитивний рисунок діафрагми. Експонування проводиться через суміщені скляні фотошаблони, які враховують корекцію на підтрав залежно від товщини заготовки. Скляні фотошаблони мають перевагу в тому, що вони краще від інших матеріалів зберігають геометричні розміри і мають високу жорсткість та міцність.

Травлять мідну фольгу з виготовленням захисної маски в розчині такого складу: перегідроль – 50 мл; соляна кислота – 50 мл; дистильована вода – 150 мл.

Час травлення підбирають експериментально залежно від товщини мідного шару.

На готову діафрагму електролітично осаджують шар срібла.

Для покращання електричних параметрів діафрагм змінюють порядок операцій травлення та електролітичного осадження з метою повного покриття мідної діафрагми.

Діафрагми, одержані цим методом, зображені на рис. 2.

Висновки

Впровадження цього процесу виготовлення діафрагм дало змогу знизити трудоемкість виготовлення діафрагм у три рази, затрати на матеріали у два рази, затрати на підкладки зменшити у 1000 разів, а підвищити процент виходу придатних від 15% до 30%.

1. Введение в фотолитографию / Под ред. В.П.Лаврищева. – М.: Энергия, 1977. – 273 с.

2. Жиров Г.А. Технология гибридных интегральных микросхем. – К.: Вища школа, 1986. – 191 с.