

ИЗСЛЕДВАНЕ МОНТАЖ НА ПИЕЗОКЕРАМИКА ЗА МИКРОМЕХАНИЧНИ УСТРОЙСТВА

гл. асистент к.т.н. Валентин Хр. Видеков

проф. д.т.н. Филип Ив. Филипов

ВМЕИ София катедра КТПИМ

Известни са микромеханични устройства от типа *инжет*. При тях се налага монтиране на пиезокерамика. В доклада са представени резултати от изследване на това монтиране чрез спояване при нормални условия и във вакуум.

Съществуват различни микромеханични устройства създавани чрез технологиите на микроелектрониката [1]. Едно от тези устройства е и *инжет* елемента, функциониращ като помпа. Основната функция на елемента е промяната обема на камера (1) с помощта на пиезокерамика (2) - фиг.1. При подаване на потенциална разлика между равнините *a* и *b* на пиезокерамиката, се появяват механичните деформационни сили F_e , които водят до резултативна сила F_m . В следствие на последната мембранията (3) се деформира и се променя обема на камерата (1). При това се получава изтласкващ или всмукващ ефект. Необходимо условие за това функциониране е да имаме пълтен контакт между мембранията (3) и основата (4), и между мембранията и пиезокерамиката. Допълнително изискване е наличието на електрически контакт между равнината *b* на пиезокерамиката и мембранията.

За постигане на тези условия е необходимо свързващият слой между пиезокерамиката и мембранията да бъде с минимална дебелина и максимална равномерност. Освен тази група изисквания съществуват и други ограничения. Това са точността на разположение на керамиката спрямо камерата, максималната температура на загряване на керамиката, продължителността на това загряване. Изходни условия за изследване на монтажа на керамиката в конкретния случай са: температура на продължително загряване

до 160°C ; загряване до 190°C с продължителност до 40 сек. ; температура 230°C с продължителност до 30 сек. и горна допустима граница на загряване - 260°C .

Използвайки изходните условия е определено, че метализираната двустранно пиеокерамика трябва да се монтира чрез спояване към метализирани шини нанесени върху мем branата. При това се осигурява необходимото механично сцепление и подаване на електрически потенциал към равнината δ . От литературата [2, 3] са избрани области от припои които са приложими за случая. Това са обlastи от чисти Sn и In до състави на база SnPb и някой меки сребърни припои с температура под 240°C .

След избора на съставите се определят общите изисквания към спойката: малка и равномерна дебелина на спойката по цялата площ, механична здравина. За определяне на минималната дебелина на спойката е изследвана граничността на пиеокерамиката с помощта на профиломер λ step. Резултатите са показани на фиг. 2. Вижда се че височината z на микронеравностите достига $3,5$ до $4 \mu\text{m}$. За да се получи покритие и спояване по цялата площ се налага слоят припой да е по-дебел от $7 - 8 \mu\text{m}$.

Следващата технологична стъпка е избора на метод за нанасяне на припоя и неговото спояване. За целта метализираните керамики и метализирани шини върху мем branата трябва да завършват с метал който се смокря от припоя. Такъв може да бъде Cu ; Ag , Ni , и някои сплави с високо съдържание на Ni . Металните слоеве се нанасят вакуумно.

Остава въпросът за нанасянето на припоя: същият може да се нанася и върху двета елемента или върху единият. Доколкото мем branата от стъкло е температурно устойчива на 400°C , то е удачно припоят да се нанася върху нея. От друга страна това утежнява технологичното формиране на проводящите шини. Като се има предвид, че размерът на контактната площа за керамиката е $3500 \mu\text{m}$ то методът чрез потопляне не е учен. Получаваната при смокрятето пъпка, както показваха експериментите, е с височина по-голяма от $80 \mu\text{m}$.

Сложността на монтирането наложи да бъдат проведени експерименти по нанасяне на споящото покритие върху мем branата и неговото формиране чрез свързване с прилагане на вакуумни методи

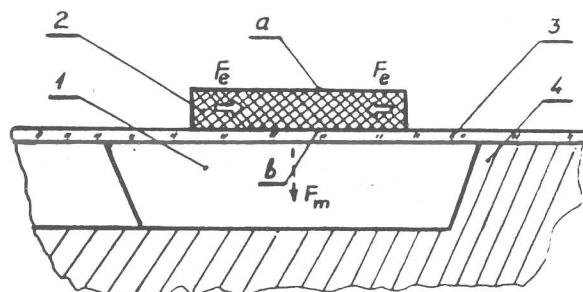
за нанасяне. Използвани бяха слоеве от Sn и In . При използване на основен слой от Sn с дебелина 3 до $3.5 \mu\text{m}$ и слой от In с дебелина $1 \mu\text{m}$ нанесени върху двета елемента се наблюдават неравномерни капки от In . Те се появяват при заграване на слоевете с цел формиране на Sn/In припой - фиг. 3. При спояване на такъв слой със слой получен върху потапяне на керамика във спойваща вана, се получава неравномерно омокряне. Прилагането на механичен натиск води до намаляване на дебелината до 25 - 40 μm , но се наблюдават в третни кухини - фиг. 4.

Един от проблемите е окислението на припоя. С цел намаляване на този ефект са проведени експерименти по спояване във вакуум. Използването на флюсове е неудачно поради включването на същите в спойката. За подобряване на омокрянето се прилага схема с едностранино нанасяне на припой и слой от Ag върху другата повърхност. Омокрянето в случая е по-добро, дори без притискане или механични вибрации. Дори под собствената тежест на керамиката се наблюдава спояване. Недостатък в случая е немонолитното спояване, а на отделни облести - фиг. 5. При всички експерименти температурата е между 170°C и 230°C .

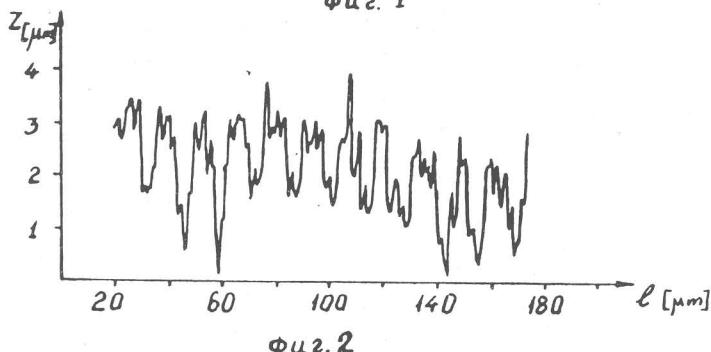
В резултат на проведените експерименти се установи, че спояването във вакуум не решава цялостно въпроса за получаване на непрекъснат спойващ слой, а прилагането на нанасяне чрез потапяне в спойваща вана не постига необходимата дебелина. За подобряване на спояването трябва да се прилага сребърен слой на една от равнините и спояването може да се извърши в нормална атмосфера.

Литература:

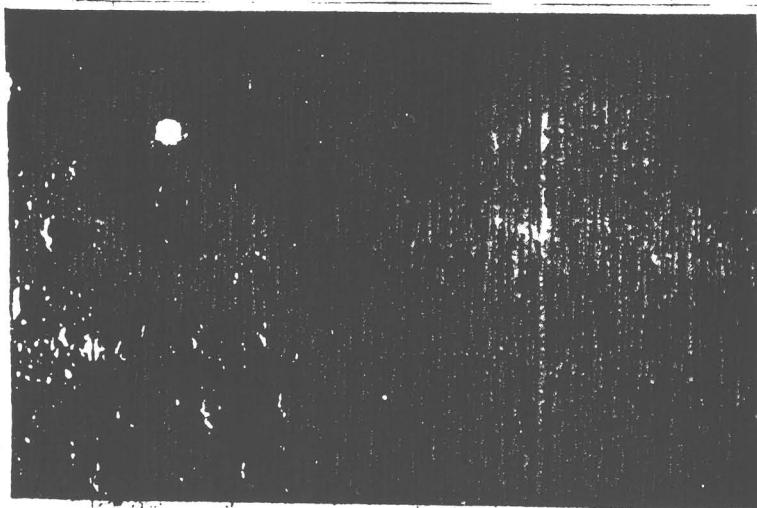
1. Christopher A. ... From Microchips to MEMS Microlithography World spring 1994 p. 15 - 20
2. Справочник по электротехническим материалам Энергоатомиздат Ленинград 1988
3. Справочник по пайке "Машиностроение" Москва 1984



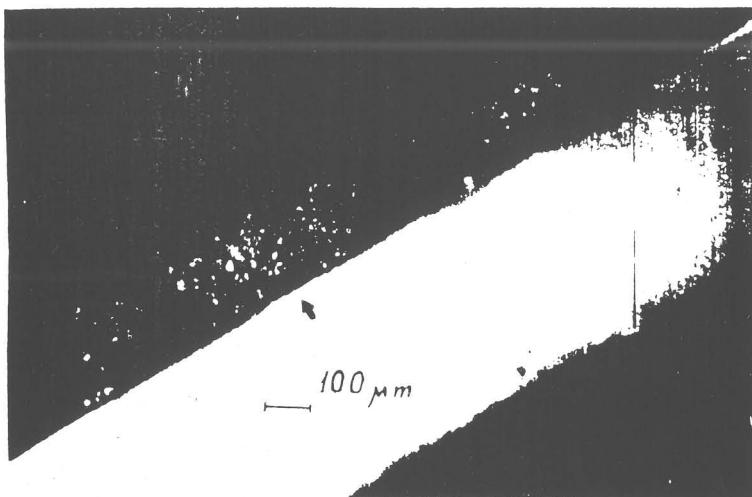
Фиг. 1



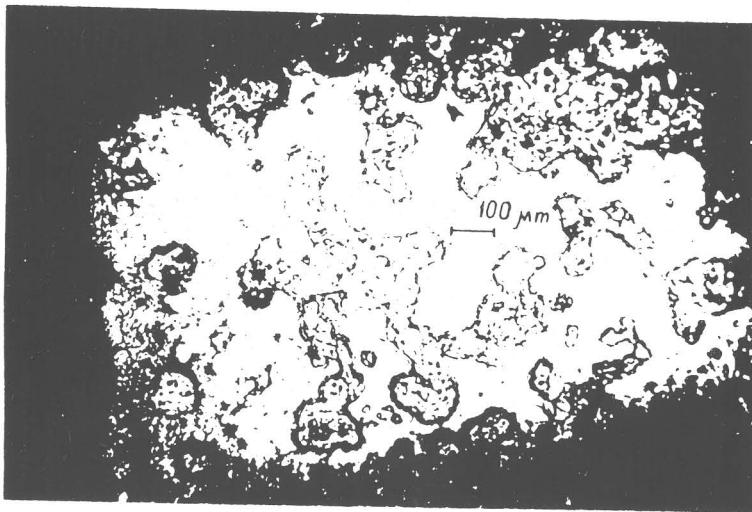
Фиг. 2



Фиг. 3



Фиг. 4



Фиг. 5