



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **52628** (13) **U**
(51) МПК (2009)
H01B 1/02

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА КОРИСНУ МОДЕЛЬ

видається під
відповідальність
власника
патенту

(54) ПАСТА ДЛЯ ТОВСТОПЛІВКОВИХ СТРУМОПРОВІДНИХ ШАРІВ ЗОВНІШНІХ РІВНІВ БАГАТОРІВНЕВИХ КОМУТАЦІЙНИХ ПЛАТ

1

2

(21) u201008576

(22) 09.07.2010

(24) 25.08.2010

(46) 25.08.2010, Бюл. № 16, 2010 р.

(72) ОСЕЧКІН СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ

(73) ОСЕЧКІН СЕРГІЙ ІВАНОВИЧ

(57) Паста для товстоплівкових струмопровідних шарів зовнішніх рівнів багаторівневих комутаційних плат, що містить суміш дрібнодисперсного порошку срібла, дрібнодисперсного порошку платини, дрібнодисперсного порошку безсвинцевого скла із вмістом окису бору і окису цинку, органічну зв'язку із вмістом терпінеолу, етилцелюлози і води, яка **відрізняється** тим, що вона додатково містить дрібнодисперсний порошок вісмутборосилікатного скла при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

дрібнодисперсний порошок срібла	54-78
дрібнодисперсний порошок платини	4-9
дрібнодисперсний порошок безсвинцевого скла	2-7
дрібнодисперсний порошок вісмутборо-	1-5

силікатного скла
органічна зв'язка 15-25,
при цьому дрібнодисперсний порошок безсвинцевого скла містить окис бору, окис цинку, окис кадмію і окис міді при наступному співвідношенні компонентів, мас. %:

окис бору	25-40
окис цинку	18-38
окис кадмію	25-40
окис міді	2-12,
а дрібнодисперсний порошок вісмутборосилікатного скла містить окис бору, двоокис кремнію, окис вісмуту, окис алюмінію, окис кальцію і окис свинцю при наступному співвідношенні всіх компонентів, мас. %:	

окис бору	1-4
двоокис кремнію	7-15
окис вісмуту	58-83
окис алюмінію	1-4
окис кальцію	1-4
окис свинцю	7-15.

Корисна модель належить до електрорадіотехніки і стосується товстоплівкових багаторівневих комутаційних плат, які можуть бути використані в мікроелектроніці, а також в усіх галузях промисловості, де знаходять застосування товстоплівкові інтегральні гібридні схеми.

Відома паста для товстоплівкових струмопровідних шарів зовнішніх рівнів багаторівневих комутаційних плат, яка містить дрібнодисперсний порошок срібла, дрібнодисперсний порошок паладію, або їх суміш, або дрібнодисперсний порошок сплаву чи сполуки срібла і паладію, дрібнодисперсний порошок безсвинцевого скла, що містить 40-60 мас. % окису цинку, 15-35 мас. % окису бору, 1-16 мас. % двоокису кремнію, 1-10 мас. % окису алюмінію, 2-15 ваг. % двоокису марганцю і 0,1-5 мас. % хоча б одного окислу з групи: окис літію, окис натрію, окис калію, а також органічну зв'язку (патент США № 6841495 М. кл. C03C3/066, C03C8/04, опублікований 11.01.2005 р.).

Недоліками відомої пасты є необхідність проведення її високотемпературної термообробки в атмосфері азоту, в якій концентрація кисню не повинна перевищувати 0,0005 %. Необхідність забезпечувати таку високу ступінь очистки азоту від домішок кисню приводить до суттєвого зростання собівартості пасты, оскільки для очистки азоту і для підведення очищеного азоту в робочу зону конвеєрної печі необхідне додаткове дороге-вартісне технологічне обладнання, що суттєво підвищує собівартість пасты. Наступним недоліком відомої пасты є недостатня її адгезія до кераміки, менша 50 кГ/см².

Найбільш близьким аналогом до технічного рішення, що заявляється, є, обрана за прототип, відома паста для товстоплівкових струмопровідних шарів зовнішніх рівнів багаторівневих комутаційних плат на основі дрібнодисперсного порошку срібла, дрібнодисперсного порошку платини, дрібнодисперсного порошку безсвинцевого скла і органічної зв'язки із вмістом етилцелюлози і бутил-

(13) **U**

(11) **52628**

(19) **UA**

карбітолацетату, причому тверда складова пасти містить 55-99 мас. % суміші дрібнодисперсних порошків срібла і платини, а також 0,1-15 мас. % дрібнодисперсного порошку безсвинцевого скла (заявка США № 2006002217 М.кл. H01B1/12, опублікована 02.02.2006 р.).

Недоліком відомої пасти являються недостатні її технологічні можливості відносно забезпечення монтажу навісних елементів оскільки на поверхні товстоплівкових струмопровідних шарів, виготовлених із даної пасти, присутня значна кількість безсвинцевого скла, через те, що воно характеризується незначною густиною і під час високотемпературної обробки недостатньо інтенсивно осідає вниз, в значній кількості залишаючись на поверхні сформованого товстоплівкового струмопровідного шару. Внаслідок цього поверхня товстоплівкових струмопровідних шарів, виготовлених із відомої пасти, є склоподібною і її неможливо лудити олов'яно-свинцевими припоями без попередньої механічної очистки. Крім того, на склоподібній поверхні товстоплівкових струмопровідних шарів, виготовлених із відомої пасти, неможливо виконувати монтаж навісних елементів з алюмінієвими стрічковими виводами методом ультразвукового зварювання.

В основу корисної моделі поставлена задача отримати пасту для товстоплівкових струмопровідних шарів зовнішніх рівнів багаторівневих комутаційних плат шляхом зміни складу пасти, що, за рахунок зменшення присутності скла на поверхні товстоплівкових струмопровідних шарів зовнішніх рівнів, забезпечить їх лудіння олов'яно-свинцевими припоями і ультразвукове зварювання, що дозволить значно розширити можливості використання багаторівневих комутаційних плат.

Поставлена задача вирішується тим, що паста для товстоплівкових струмопровідних шарів зовнішніх рівнів багаторівневих комутаційних плат, яка містить суміш дрібнодисперсного порошку срібла, дрібнодисперсного порошку платини, дрібнодисперсного порошку безсвинцевого скла із вмістом окису бору і окису цинку, органічну зв'язку із вмістом терпінеолу, етилцелюлози і води, згідно до корисної моделі, вона додатково містить дрібнодисперсний порошок вісмутборосилікатного скла, при наступному співвідношенні всіх компонентів, (мас. %):

дрібнодисперсний порошок срібла	54-78
дрібнодисперсний порошок платини	4-9
дрібнодисперсного порошку безсвинцевого скла	2-7
дрібнодисперсного порошку вісмутборосилікатного скла	1-5
органічна зв'язка	15-25,
при цьому дрібнодисперсний порошок безсвинцевого скла містить окис бору, окис цинку, окис кадмію і окис міді при наступному співвідношенні всіх компонентів, (мас. %):	
окис бору	25-40
окис цинку	18-38
окис кадмію	25-40
окис міді	2-12,

а дрібнодисперсний порошок вісмутборосилікатного скла містить окис бору, двоокис кремнію, окис вісмуту, окис алюмінію, окис кальцію і окис

свинцю при наступному співвідношенні всіх компонентів, (мас. %):

окис бору	1-4
двоокис кремнію	7-15
окис вісмуту	58-83
окис алюмінію	1-4
окис кальцію	1-4
окис свинцю	7-15

Технічним результатом корисної моделі є зменшення присутності скла на поверхні товстоплівкових струмопровідних шарів зовнішніх рівнів, що забезпечує лудіння олов'яно-свинцевими припоями і ультразвукове зварювання поверхні товстоплівкових струмопровідних елементів зовнішніх рівнів багаторівневих комутаційних плат.

Забезпечення лудіння олов'яно-свинцевими припоями і ультразвукового зварювання поверхні товстоплівкових струмопровідних елементів зовнішніх рівнів багаторівневих комутаційних плат досягається за рахунок додаткового введення в склад пасти дрібнодисперсного порошку вісмутборосилікатного скла, яке вміщує окис бору, двоокис кремнію, окис вісмуту, окис алюмінію, окис кальцію і окис свинцю. Це приводить до того, що під час високотемпературної термообробки пасти дане скло розплавляється раніше, ніж безсвинцеве скло, яке вміщує окис бору, окис цинку, окис кадмію, окис міді і є також присутне в складі пасти, але в меншій кількості (до 5 мас. %) в порівнянні із вмістом безсвинцевого скла в пасті згідно до прототипу (до 15 мас. %). Після розплавлення вісмутборосилікатного скла завдяки більшій його густині розплав цього скла осідає вниз, зміщуючись ближче до поверхні керамічної пластини. Внаслідок цього ділянки товстоплівкового струмопровідного шару, які контактують з поверхнею кераміки, збагачуються склофазою, а на поверхні шару залишається незначна кількість безсвинцевого скла, внаслідок цього поверхня товстоплівкових струмопровідних шарів зовнішніх рівнів багаторівневих комутаційних плат стає металоподібною, а її властивості стають більш наближеними до властивостей металів провідникової фази - срібла і платини. В результаті забезпечується здатність до лудіння і ультразвукового зварювання без попередньої механічної очистки поверхні товстоплівкових струмопровідних шарів зовнішніх рівнів, виготовлених із пропонованої пасти. Внаслідок цього отримується можливість проводити монтаж навісних елементів груповим методом в автоматизованому режимі з використанням припійних паст. Таким чином, пропонована паста забезпечує розширення технологічних можливостей виготовлених із неї товстоплівкових струмопровідних шарів зовнішніх рівнів багаторівневих комутаційних плат відносно монтажу навісних елементів.

Додаткове введення окису кадмію і окису міді до складу безсвинцевого скла, дрібнодисперсний порошок якого є складовою пропонованої пасти покращує змочування розплавом цього скла частинок дрібнодисперсних порошків срібла і платини під час високотемпературної термообробки пасти. Як наслідок, збільшується щільність товстоплівкових струмопровідних шарів зовнішніх рівнів багаторівневих комутаційних плат, що також впливає на покращення їхньої здатності до лудіння олов'я-

но-свинцевими припоями, до ультразвукового зварювання і, крім того, сповільнює розчинення одного із основних функціональних матеріалів струмопровідних шарів - срібла в розплаві припою.

Промислова придатність пасти, що заявляється пояснюється прикладами конкретного виконання.

Дрібнодисперсний порошок срібла, дрібнодисперсний порошок платини, дрібнодисперсний порошок безсвинцевого скла (із вмістом вказаних у таблиці кількостей окису бору, окису цинку, окису кадмію і окису міді) і дрібнодисперсний порошок вісмутборосилікатного скла (із вмістом вказаних у таблиці кількостей окису бору, двоокису кремнію, окису вісмуту, окису алюмінію, окису кальцію і окису свинцю) зважувались в кількостях, вказаних в таблиці для кожного складу пасти, після чого всі компоненти перемішувались до однорідної суміші і до неї додавалась органічна зв'язка із вмістом етилцелюлози, терпінеолу і води в кількостях, вказаних в таблиці. Далі вказані компоненти знову перемішувались до отримання однорідної суспензії (пасти). Відповідно до даних таблиці всього було виготовлено 3 зразки паст пропонованого складу. Для порівняння властивостей паст пропонованого складу із властивостями відомої пасти, згідно до прототипу, також було виготовлено і зразок відомої пасти, склад якої також наведений в таблиці. Отримані пасти помішувались в скляну тару, яка герметично закривалась.

Для перевірки властивостей паст на установці трафаретного друкування DFS (Швейцарія) проводилось їх друкування, через сітчастий трафарет на пластини із кераміки «Rubalit 708S» (виробник - компанія «CeramTec», Німеччина). Керамічний матеріал даного типу вміщував 96 % глинозему (Al_2O_3). Розміри керамічних пластин становили $60 \times 48 \times 0,63$ мм. Надруковані на керамічних пластинах відбитки пасти являли собою провідникові доріжки (довжиною 75 мм і шириною 0,5 мм), поряд із якими були надруковані по 2 товстоплівкових струмопровідних елементи у вигляді квадратів розмірами 2×2 мм, а також по 128 струмопровідних елементів у вигляді квадратів розміром $250 \text{ мкм} \times 250 \text{ мкм}$. Всього для кожної пасти було надруковано по 10 відбитків.

Після трафаретного друкування проводилась високотемпературна обробка всіх керамічних пластин з висушеними відбитками паст. Вона відбувалась в конвеєрній електропечі BTU (Англія) при максимальній температурі від 725°C до 735°C . Час витримки максимальної температури знаходився в межах від 7 до 12 хв., а загальний час термообробки становив від 70 до 90 хв. В результаті високотемпературної обробки керамічних пластин з висушеними відбитками паст були виготовлені тест-

плати з товстоплівковими струмопровідними елементами. Всього було виготовлено 40 тест-плат - по 10 для кожного наведеного в таблиці складу пасти.

На заключному етапі перевірки властивостей кожного складу пасти визначалась можливість лудіння олов'яно-свинцевими припоями і ультразвукового зварювання поверхні товстоплівкових струмопровідних елементів. Для перевірки можливості лудіння поверхні товстоплівкових струмопровідних елементів олов'яно-свинцевими припоями із загальної кількості тест-плат 10 шт. для кожної пасти (склади яких вказані в таблиці) було відібрано по 5 тест-плат. Всього із 40 тест-плат в дану групу було відібрано 20 тест-плат. Кожна тест-плата цієї відібраної групи по чергові занурювалась в спиртово-ацетонову суміш і витримувалась в цій суміші протягом 5 хвилин. Далі кожна плата занурювалась в флюс ФКДТ, де витримувалась протягом 4-5 с, а зразу після цього поміщалась в тигель з розплавленим припоєм ПСрОС-3-58, де витримувалась протягом 3-4 с. При цьому температура розплаву припою становила $250 \pm 10^\circ\text{C}$. Після виймання плати із розплаву припою її поверхня очищувалась від залишків флюсу промивкою в спиртово-ацетоневій суміші. Далі перевірялась якість лудіння шляхом огляду луженої поверхні під мікроскопом МБС-10 при 16-кратному збільшенні. Якість лудіння вважалась задовільною, якщо товстоплівкові елементи плати у вигляді квадратних площадок були повністю покритими рівним шаром припою, а на їх поверхнях не було раковин чи непропаяних ділянок.

Для перевірки можливості проведення ультразвукового зварювання поверхні товстоплівкових струмопровідних елементів були використані 20 тест-плат другої групи, які не були використані при перевірці якості лудіння (по 5 тест-плат для кожного складу пасти, вказаного в таблиці). До трьох довільно вибраних струмопровідних елементів кожної тест-плати (у вигляді квадратів розміром $250 \text{ мкм} \times 250 \text{ мкм}$) за допомогою установки ультразвукового зварювання УЗСМ-2,5 приварювались попередньо приготовлені алюмінієві стрічкові виводи. Далі за допомогою розривної машини моделі 66,195 (виробництво РФ) перевірялось зусилля відриву кожного привареного алюмінієвого стрічкового виводу від поверхні товстоплівкового елемента. Якість ультразвукового зварювання вважалась задовільною, якщо усереднене зусилля відриву F_{Al} було не менше 25 г.

Результати оцінки можливості лудіння поверхні товстоплівкових струмопровідних елементів і її ультразвукового зварювання для паст пропонованого складу і для пасти складу згідно до прототипу наведені в таблиці.

Таблиця

№ п. п.	Склад пасти відповідно до корисної моделі, (мас. %)					Склад безсвинцевого скла, (мас. %)				Склад вісмутборосилікатного скла, (мас. %)						Склад органічної зв'язки, (мас. %)				Характеристики пасти і товстоплівкових струмопровідних елементів	
	Вміст дрібнодисперсних порошків				Вміст органічної зв'язки	B ₂ O ₃	CdO	ZnO	CuO	B ₂ O ₃	SiO ₂	Bi ₂ O ₃	Al ₂ O ₃	CaO	PbO	Терпінеол	Етилцелюлоза	Вода	F _{Al} , г	Якість лудіння	
	Ag	Pt	Безсвинцеве скло	Bi-B-Si скло ¹																	
1	54	9	7	5	25	25	25	38	12	4	15	58	4	4	15	20	8	10	26	Задовільна ^{II}	
2	78	4	2	1	15	40	40	18	2	1	7	83	1	1	7	15	2	3	26	Задовільна	
3 ^{III}	67	6	4	3	20	35	35	25	5	3	10	70	2	3	12	10	4	8	29	Задовільна	
Склад пасти відповідно до прототипу (мас. %)					Склад безсвинцевого скла, (мас. %)								-----								
Вміст дрібнодисперсних порошків				Вміст органічної зв'язки	B ₂ O ₃	SiO ₂	ZnO	MnO ₂	Al ₂ O ₃	K ₂ O	-----				Етилцелюлоза	Бутилкарбітол-ацетат	F _{Al} , г	Якість лудіння			
Ag	Pt	Безсвинцеве скло																			
4 ^{IV}	54	9	12		25	20	10	52	10	5	3	-----				5	95	18 ^V	Не лудились без механічної очистки		

Примітки до таблиці:

I - Bi-B-Si скло - вісмутборосилікатне скло;

II - покриття товстопліткового елемента суцільним шаром припою без раковин і непропаяних ділянок;

III - склад 3 відповідає середнім значенням компонентів пасти;

IV - склад 4 відповідає значенням компонентів відомої пасти згідно до прототипу;

V - ультразвукове зварювання для складу пасти 4 згідно до прототипу була неможлива без проведення попередньої механічної очистки поверхні товстопліткових елементів.

Як випливає із таблиці, склад 3 пасти, що заявляється, і містить середні значення кількості заявлених її компонентів, є оптимальним.

Паста для товстопліткових струмопровідних шарів зовнішніх рівнів багаторівневих комутаційних плат пропонованого складу, в порівнянні з пастою згідно до прототипу забезпечила отримання наступних результатів:

- стало можливим лудіння олов'яно-свинцевими припоями поверхонь товстопліткових струмопровідних шарів зовнішніх рівнів багаторівневих комутаційних плат без попередньої механічної зачистки. Отриманий позитивний ефект

дозволяє застосовувати пропоновану пасту для автоматизованого монтажу навісних елементів із застосуванням припійних паст, при якому застосування механічної очистки поверхонь струмопровідних шарів зовнішніх рівнів багаторівневих комутаційних плат не є можливим. Таким чином пропонована паста забезпечує розширення її технологічних можливостей щодо монтажу навісних елементів, забезпечуючи при цьому як ручний, так і автоматизований монтаж методом пайки;

- стало можливою ультразвукове зварювання навісних елементів з алюмінієвими стрічковими виводами до поверхні струмопровідних шарів зовнішніх рівнів багаторівневих комутаційних плат без їх попередньої механічної очистки, при цьому суттєво збільшено зусилля відриву приварених ультразвуком алюмінієвих стрічкових виводів від товстопліткових струмопровідних елементів (з 18 г для пасти згідно до прототипу до 29 г для пасти пропонованого складу). Забезпечення ультразвукового зварювання алюмінієвих стрічкових виводів навісних елементів без попередньої механічної очистки їх поверхні також розширює технологічні можливості пасти відносно монтажу навісних елементів.