



УКРАЇНА

(19) **UA** (11) **126095** (13) **C2**

(51) МПК (2022.01)

B23K 35/26 (2006.01)**B23K 35/14** (2006.01)**B23K 35/22** (2006.01)**C22C 12/00****C22C 13/02** (2006.01)

НАЦІОНАЛЬНИЙ ОРГАН
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ
ДЕРЖАВНЕ ПІДПРИЄМСТВО
"УКРАЇНСЬКИЙ ІНСТИТУТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ"

(12) ОПИС ДО ПАТЕНТУ НА ВИНАХІД

<p>(21) Номер заявки: a 2020 04873</p> <p>(22) Дата подання заявки: 21.12.2018</p> <p>(24) Дата, з якої є чинними права інтелектуальної власності: 11.08.2022</p> <p>(31) Номер попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 2018-042040, 2018-138511</p> <p>(32) Дата подання попередньої заявки відповідно до Паризької конвенції: 08.03.2018, 24.07.2018</p> <p>(33) Код держави-учасниці Паризької конвенції, до якої подано попередню заявку: JP, JP</p> <p>(41) Публікація відомостей про заявку: 10.09.2020, Бюл.№ 17</p> <p>(46) Публікація відомостей про державну реєстрацію: 10.08.2022, Бюл.№ 32</p> <p>(86) Номер та дата подання міжнародної заявки, поданої відповідно до Договору РСТ: РСТ/JP2018/047180, 21.12.2018</p>	<p>(72) Винахідник(и): Йокояма Такагіро (JP), Деї Канта (JP), Мацуфудзі Такагіро (JP), Номура Гікару (JP), Йосікава Сунсаку (JP)</p> <p>(73) Володілець (володільці): СЕНДЗУ МЕТАЛ ІНДАСТРІ КО., ЛТД., 23, Senju-Hashido-cho, Adachi-ku, Tokyo 1208555, Japan (JP)</p> <p>(74) Представник: Бочаров Максим Анатолійович, реєстр. №367</p> <p>(56) Перелік документів, взятих до уваги експертизою: EP 1416508 A1, 06.05.2004 EP 0629467 A1, 21.12.1994 JP H08150493 A, 11.06.1996 JP S51108625 A, 27.09.1976 US 5755896 A, 26.05.1998 JP 2007326124 A, 20.12.2007 JP H0711179 A, 06.01.1995 US 2013153646 A1, 20.06.2013 JP 2004152558 A, 27.05.2004</p>
------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------	-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------

(54) ПРИПІЙНИЙ СПЛАВ, ПАЯЛЬНА ПАСТА, КУЛЬКОВИЙ ВИВІД ІЗ ПРИПОЮ, ТРУБЧАСТИЙ ПРИПІЙ З КАНІФОЛЬНИМ ФЛЮСОМ І ПАЯНЕ З'ЄДНАННЯ**(57) Реферат:**

Даний винахід надає припійний сплав, паяльну пасту, кульковий вивід із припою, трубчастий припій з каніфольним флюсом і паяне з'єднання, які одночасно мають низьку температуру плавлення для пригнічування настання відмови злиттю і мають чудові механічні властивості, ударостійкість і чудовий опір циклічному нагріванню. Для досягнення мініатюризації структури сплаву склад сплаву містить 35-68 мас. % Bi, 0,5-3,0 мас. % In, 0,01-0,10 мас. % Pd і залишок як Sn. Склад сплаву може містити 1,0-2,0 мас. % In, містити 0,01-0,03 мас. % Pd і містити щонайменше один з Co, Ti, Al і Mn у загальній кількості 0,1 мас. % або менше. Припійний сплав може бути придатним для використання для паяльної пасти, кулькового виводу з припою, трубчастого припою з каніфольним флюсом і паяного з'єднання.

UA 126095 C2

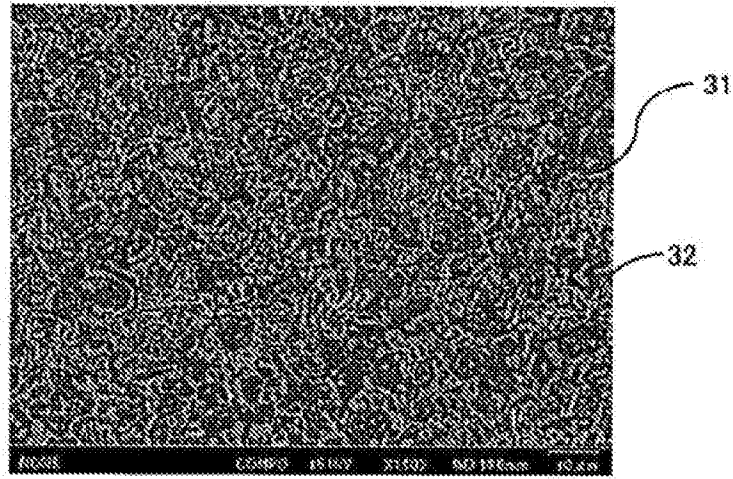


Fig. 1(c)

ГАЛУЗЬ ТЕХНІКИ

Даний винахід стосується припійного сплаву, що має низьку температуру плавлення, паяльної пасти, кулькового виводу з припою, трубчастого припою з каніфольним флюсом і паяного з'єднання.

5 РІВЕНЬ ТЕХНІКИ

В останні роки існує необхідність в мініатюризації електричного пристрою, такого як ЦП (центральний процесор). Оскільки теплове навантаження збільшується при паянні, коли електричний пристрій стає меншим, бажано проводити паяння при низькій температурі. Якщо паяння проводиться при низькій температурі, є можливим виготовити високонадійну друковану плату. Для проведення паяння при низькій температурі необхідно застосувати припійний сплав, що має низьку температуру плавлення.

10 Припійний сплав з низькою температурою плавлення містить Sn-58Bi та Sn-52In, як описано в JIS Z 3282 (2017). Температури плавлення цих сплавів становлять 139 °C і 119 °C відповідно, і кожен з них має склад сплаву, що являє собою легкоплавкий припій. Зокрема, Sn-58Bi широко використовується як припійний сплав, який є недорогим за вартістю і має чудову змочувальну здатність.

Однак, у припійному сплаві Sn-Bi, де міститься велика кількість Bi, Bi відділяється в Sn під час тверднення, і крупнозерниста Bi фаза осаджується. Оскільки Bi фаза демонструє твердий і крихкий характер, це погіршує механічні властивості припійного сплаву. Тому, різноманітні припійні сплави були досліджені для вдосконалення механічних властивостей при пригнічуванні підвищення температури плавлення.

Наприклад, Патентна література 1 описує припійний сплав, який містить припійний сплав Sn-Bi та, як третій інгредієнт, приблизно 2 мас. % щонайменше одного елемента, вибраного з групи, що складається з In, Cu і Ag, комбінації Cu і Ag, і їхніх композитів, для покращення фізико-механічної характеристики ефективної кількості. Патентна література 2 описує припійний сплав, який містить припійний сплав Sn-Bi та 0,5 % або більше і менше 50 % In, для того, що показники міцності при розтягуванні та видовження дорівнювали або були більшими, ніж заздалегідь задані значення.

Перелік посилань

30 Патентна література
[PTL 1] JPH7-001179A
[PTL 2] JPH8-150493A

КОРОТКИЙ ОПИС СУТІ ВИНАХОДУ

Технічна задача

35 Патентна література 1 і 2 описують, що механічні властивості легкоплавкого припійного сплаву покращуються додаванням In. Оцінка показує, що винаходи, описані у цій літературі, були здійснені, виходячи з того, що In являє собою твердий розчин, що посилює елемент Sn. Однак, одна з причин, чому механічні властивості припійного сплаву Sn-Bi погіршуються, полягає в існуванні крупнозернистої Bi фази, яка є твердою і крихкою фазою. Тому, навіть якщо Sn фаза твердне і посилюється за допомогою In, коли до припійного сплаву застосовується навантаження, припійний сплав ламається через Bi фазу як відправну точку. Додатково, в останні роки застосовуються різноманітні основи, і бажано утворювати паяне з'єднання, яке здатне впоратися із застосуванням, яке піддається ударному навантаженню. Однак, існує можливість того, що основи можуть зламатись від ударного навантаження, наприклад, від падіння, через існування крупнозернистої Bi фази. З іншого боку, якщо вміст Bi знижений для пригнічення утворення Bi фази, температура плавлення підвищується, та існує можливість того, що припійний сплав не буде достатньо розплавлений при традиційній температурі паяння і настає відмова злиття. Якщо температура паяння підвищена для розплавлення припійного сплаву, що має високу температуру плавлення, настає короблення в основах або корпусах під час нагрівання, і припійний сплав і електрод відокремлюються один від одного. В цьому випадку оскільки тверднення припійного сплаву є швидшим, ніж релаксація короблення в основах або корпусах під час охолодження, припійний сплав твердне в той час, коли припійний сплав і електрод відокремлені один від одного, і може настати відмова злиття.

Крім того, Фіг. 1 і Фіг. 2 Патентної літератури 2 показують результати, в яких міцність при розтягуванні зменшується і деформованість збільшується при збільшенні вмісту In. Тому, зрозуміло, що Патентна література 1 і 2 вказують, що деформованість, серед механічних властивостей, покращується додаванням In, з врахуванням того, що міцність при розтягуванні не стільки покращується, скільки зменшується. Крім того, залежно від вмісту In, оскільки деформація припійного сплаву може викликатись після циклічного нагрівання, опір циклічному нагріванню може зменшуватись.

Як описано вище, у традиційних припійних сплавах складно пригнічувати настання відмови злиттю за допомогою низькотемпературного плавлення при покращенні всіх механічних властивостей і опору циклічному нагріванню одночасно. Для того, щоб пригнічувати погіршення надійності електронної схеми через мініатюризацію електричного пристрою, всі ці характеристики повинні бути чудовими.

Метою даного винаходу є надання припійного сплаву, паяльної пасти, кулькового виводу з припою, трубчастого припою з каніфольним флюсом і паяного з'єднання, які одночасно мають низьку температуру плавлення для пригнічування настання відмови злиттю і мають чудові механічні властивості, ударостійкість і чудовий опір циклічному нагріванню.

Вирішення задачі

По-перше, для покращення механічних властивостей припійного сплаву Sn-Bi, що має низьку температуру плавлення, винахідники проводили дослідження, зосередившись на тому, щоб зробити структуру припійного сплаву дрібнозернистою. В результаті, за допомогою додавання заздалегідь визначеної кількості In, який відомий як твердий розчин, що посилює елемент Sn, випадково було підтверджено, що структура сплаву стає дрібнозернистою до певної міри, і деформованість значно покращується. Також було підтверджено, що міцність при розтягуванні припійного сплаву дорівнює міцності при розтягуванні припійного сплаву Sn-Bi. Однак, зважаючи на той факт, що структура сплаву стає крупнозернистою після циклів нагрівання, і опір циклічному нагріванню знижується, вважається, що структуру сплаву необхідно робити більш дрібнозернистою. В цьому документі оцінка показує, що структура сплаву стає більш дрібнозернистою, коли вміст In додатково збільшується. Однак, коли додається велика кількість In, це сприяє утворенню фази з низькою температурою плавлення, і є побоювання, що опір циклічному нагріванню погіршується.

Винахідники провели додаткове детальне дослідження, щоб покращити опір циклічному нагріванню з огляду на мініатюризацію структури сплаву. Оскільки благородні метали, як правило, дорого коштують і відомі як такі, що утворюють крупнозернисті сполуки з Sn, досі часу уникалося, щоб благородні метали містились у припійному сплаві на основі Sn у певних кількостях. Однак, за допомогою вставки Pd у його проміжний шар, металеве покриття Ni/Pd/Au демонструє високу надійність монтажу для запобігання дифузії Cu у припій. Тобто у випадку вищезазначеного металевого покриття оцінка показує, що небажана дифузія Cu пригнічується включенням Pd. З цієї причини, за наявними даними, ріст зерен може бути пригніченим навіть після теплової історії, такої як циклічне нагрівання, зокрема після монтажу, і може бути продемонстрований більш високий опір циклічному нагріванню.

Тому, коли Pd, як благородний метал, був спеціально доданий після додавання заздалегідь визначеної кількості In, який розчиняється у Sn і Bi, було випадково встановлено, що структура припійного сплаву стає дрібнозернистою. Зокрема, було встановлено, що Bi фаза, яка є крихкою фазою, ставала більш дрібнозернистою та демонструвала чудову міцність при розтягуванні та деформованість, а також чудову ударостійкість.

Крім того, коли припійний сплав Sn-Bi містить заздалегідь визначену кількість обох елементів In і Pd, було виявлено, що підвищення температури плавлення потрапляє в припустимий діапазон і настання відмови злиттю пригнічується.

Крім того, коли припійний сплав Sn-Bi містить обидва елементи In і Pd, оскільки структура сплаву стає дрібнозернистою, було встановлено, що укрупнення структури сплаву пригнічується в середовищах, де температура змінюється протягом тривалого часу, наприклад, циклічне нагрівання, і таким чином, отримується чудовий опір циклічному нагріванню.

Дані винаходи, що отримані цими висновками, є наступними.

(1) Припійний сплав, що характеризується тим, що має склад сплаву, що складається з 35-68 мас% Bi, 0,5-3,0 мас% In, 0,01-0,10 мас% Pd і залишку як Sn.

(2) Припійний сплав згідно з (1), де склад сплаву містить 1,0-2,0 мас% In.

(3) Припійний сплав згідно з (1) або (2), де склад сплаву містить 0,01-0,03 мас% Pd.

(4) Припійний сплав згідно з будь-яким з (1)-(3), де склад сплаву додатково містить щонайменше один з Co, Ti, Al і Mn в загальній кількості 0,1 мас% або менше.

(5) Припійний сплав згідно з будь-яким з (1)-(4), де склад сплаву додатково містить щонайменше один з P, Ge і Ga в загальній кількості 0,1 мас% або менше.

(6) Паяльна паста, що містить припійний сплав згідно з будь-яким з (1)-(5).

(7) Кульковий вивід із припою, що містить припійний сплав згідно з будь-яким з (1)-(5).

(8) Трубчастий припій з каніфольним флюсом, що містить припійний сплав згідно з будь-яким з (1)-(5).

(9) Паяне з'єднання, що містить припійний сплав згідно з будь-яким з (1)-(5).

КОРОТКИЙ ОПИС КРЕСЛЕНЬ

Фіг. 1 - СЕМ-фотографії припійних сплавів: Фіг. 1(a) - СЕМ-фотографія поперечного перерізу припійного сплаву Порівняльного прикладу 1; Фіг. 1(b) - СЕМ-фотографія поперечного перерізу припійного сплаву Порівняльного прикладу 2; і Фіг. 1(c) - СЕМ-фотографія поперечного перерізу припійного сплаву Прикладу 2.

ОПИС ВАРІАНТІВ ЗДІЙСНЕННЯ

Даний винахід описаний більш детально нижче. У цьому описі "%" щодо припійного складу сплаву - це "мас. %", якщо не зазначено інше.

1. Склад припійного сплаву

(1) Bi: 35-68 %

Bi - це елемент, який необхідний для пригнічення настання відмови злиттю за допомогою зниження температури плавлення припійного сплаву та для демонстрування чудового опору циклічному нагріванню. Оскільки температура плавлення евтектичного сплаву Sn-Bi становить лише 139 °C, Bi може знижувати температуру плавлення припійного сплаву та пригнічувати відмову злиття. Крім того, відомо, що припійний сплав, що містить заздалегідь визначену кількість Bi демонструє надпластичність і чудову деформованість. Тому, припійний сплав, що містить заздалегідь визначену кількість Bi, має чудову деформованість і опір циклічному нагріванню.

Якщо вміст Bi становить менше ніж 35 %, може настати відмова злиттю через підвищення температури плавлення, і міцність при розтягуванні та опір циклічному нагріванню можуть погіршуватись. Нижня межа вмісту Bi становить 35 % або більше, переважно 45 % або більше, більш переважно 50 % або більше, і все ж більш переважно 54 % або більше. З іншого боку, якщо вміст Bi перевищує 68 %, може настати відмова злиттю через підвищення температури плавлення. Крім того, через осадження великої кількості твердої, крихкої та крупнозернистої Bi фази, припійний сплав сам стає твердим і деформованість погіршується. Верхня межа вмісту Bi становить 68 % або менше, переважно 65 % або менше, більш переважно 63 % або менше, і все ж більш переважно 58 % або менше.

(2) In: 0,5-3,0 %

In - це елемент, який необхідний для зниження температури плавлення припійного сплаву, роблячи структуру сплаву дрібнозернистою і покращуючи чудову деформованість, ударостійкість і опір циклічному нагріванню. In - це твердий розчин, що посилює елемент, і оскільки In є розчинним у Sn і Bi для утворення центру кристалізації, структура сплаву стає однорідною та дрібнозернистою, і деформованість покращується. Крім того, припійний сплав, що містить заздалегідь визначену кількість In, має чудовий опір циклічному нагріванню. Коли вміст In знаходиться у діапазоні, що зазначений вище, трансформація фази між β Sn і γ Sn пригнічується під час циклічного нагрівання, і може бути отриманий більш високий опір циклічному нагріванню.

Якщо вміст In становить менше ніж 0,5 %, вищезазначені ефекти не можуть бути продемонстровані. Крім того, відмова злиття може настати через підвищення температури плавлення. Нижня межа вмісту In становить 0,5 % або більше, переважно 0,7 % або більше, більш переважно 1,0 % або більше. З іншого боку, коли вміст In перевищує 3,0 %, оскільки велика кількість інтерметалічної сполуки осаджується, міцність при розтягуванні погіршується. Крім того, оскільки β Sn трансформується у γ Sn під час випробування циклічним нагріванням, об'єм припійного сплаву змінюється, і опір циклічному нагріванню погіршується. Верхня межа вмісту In становить 3,0 % або менше, переважно 2,5 % або менше, більш переважно 2,2 % або менше, і зокрема переважно 2,0 % або менше.

(3) Pd: 0,01-0,10 %

Pd - це елемент, який потрібний для покращення міцності при розтягуванні при збереженні деформованості припійного сплаву. Якщо вміст Pd знаходиться у заздалегідь визначеному діапазоні в припійному сплаві Sn-Bi-In-Pd, де вміст Bi і In знаходиться в діапазонах, зазначених вище, є можливим пригнічувати таким чином, що припійний сплав стає сполукою, що містить крупнозернисті Sn і Pd. Конкретні причини цього невідомі, але вгадуються наступним чином.

Через ефект втягування, під час якого швидкість дифузії Sn стає повільною через твердий розчин In до Sn і Bi, утворення сполуки, що містить крупнозернисті Sn і Pd, пригнічується. Тому, коли Pd міститься у заздалегідь визначеній кількості в припійному сплаві Sn-Bi-In-Pd, де вміст Bi і In знаходиться в діапазонах, зазначених вище, є можливим пригнічувати осадження сполуки, що містить крупнозернисті Sn і Pd, і таким чином, структура сплаву стає дрібнозернистою. Більш конкретно, Bi фаза, що є крихкою фазою, стає більш дрібнозернистою, ніж Sn фаза, що є фазою рекласації напруження, і зокрема демонструється чудова деформованість. Така дрібнозерниста структура сплаву отримується лише у складі сплаву, в якому Sn містить Bi і In

одночасно, а також містить Pd. Крім того, у складі сплаву, що містить Pd, оскільки утворена велика кількість затверділих ядер Pd, ріст Sn фази, осадженої навколо кожного з ядер, пригнічується, і вся структура стає дрібнозернистою. В результаті, механічна сила і ударостійкість покращуються шляхом осадження сполуки, що містить дрібнозернисті Sn і Pd.

5 Якщо вміст Pd становить менше ніж 0,01 %, ефекти, зазначені вище, не можуть бути продемонстровані. Нижня межа вмісту Pd становить 0,01 % або більше. З іншого боку, якщо вміст Pd перевищує 0,10 %, сполука, що містить крупнозернисті Sn і Pd, осаджується. Крім того, відмова злиттю може настати через підвищення температури плавлення. Верхня межа вмісту Pd становить 0,10 % або менше, переважно 0,08 % або менше, більш переважно 0,05 % або менше, і зокрема переважно 0,03 % або менше.

(5) 0,1 % або менше щонайменше одного з Co, Ti, Al та/або Mn в загальній кількості.

Ці елементи є необов'язковими елементами, які можуть міститись доти, поки вони не перешкоджають ефектам, зазначеним вище. З точки зору збереження механічних властивостей, ударостійкості та опору циклічному нагріванню при пригнічуванні утворення сполук, а також збереження мініатюризації структура сплаву вміст цих елементів становить переважно 0,1 % або менше.

(6) 0,1 мас.% або менше щонайменше одного з P, Ge і Ga

Ці елементи є необов'язковими елементами, що здатні пригнічувати окислення Sn і покращувати змочувальну здатність. Якщо вміст цих елементів не перевищує 0,1 %, текучість припійного сплаву на припійній поверхні не порушується. Загальний вміст цих елементів становить більш переважно 0,003-0,01 %. Хоча вміст кожного елемента не є особливо обмеженим, вміст P становить переважно 0,002-0,005 %, вміст Ge становить переважно 0,002-0,006 %, і вміст Ga становить переважно 0,002-0,02 % для задовільного проявлення ефектів, зазначених вище.

(7) Залишок: Sn

Залишок припійного сплаву згідно з даним винаходом являє собою Sn. Додатково до елементів, що зазначені вище, можуть міститись постійні домішки. Навіть коли містяться постійні домішки, це не впливає на ефекти, зазначені вище. Як буде описане згодом, навіть якщо елемент, який не міститься у даному винаході, міститься як постійна домішка, це не впливає на ефекти, зазначені вище.

(8) Zr, Ni, Al і Ag, Fe, Ca, Pt, Mg і Sb

Бажано, щоб припійний сплав згідно з даним винаходом не містив цих елементів. Одночасне додавання Al і Ag, Zr або Ni утворює крупнозернисті сполуки, які перешкоджають утворенню однорідної та дрібнозернистої структури сплаву. Fe, Ca, Pt або Mg сприяють укрупненню структури сплаву. Коли Sb поєднується з In, деформованість значно знижується. Потрібно зауважити, що коли ці елементи містяться як постійні домішки, це не впливає на ефекти, зазначені вище.

2. Паяльна паста

Припійний сплав згідно з даним винаходом може бути застосований як паяльна паста. Паяльна паста являє собою пастоподібну форму порошку припійного сплаву, яка змішана з невеликою кількістю флюсів. Припійний сплав згідно з даним винаходом може бути застосований як паяльна паста для монтажу електронного компонента на друкованій платі за допомогою методу паяння оплавленням припою. Флюс, що застосовується у паяльній пасті, може бути або водорозчинним, або водонерозчинним флюсом. Зазвичай застосовується флюс на каніфольній основі, який є водонерозчинним флюсом на каніфольній основі.

Паяльна паста згідно з даним винаходом може бути застосована до електрода на стороні плати, яка повинна використовуватись для з'єднання з кульковим виводом з припою Sn-Ag-Cu на стороні BGA.

3. Кульковий вивід із припою

Припійний сплав згідно з даним винаходом може застосовуватись як кульковий вивід із припою. Кульковий вивід з припою згідно з даним винаходом застосовується для утворення кульки на електроді корпусу інтегральної мікросхеми, такого як корпус BGA (Ball Grid Arrays, технологія кулькових виводів), або основи. Діаметр кулькового виводу з припою згідно з даним винаходом становить переважно 1-1000 мкм. Кульковий вивід з припою може бути виготовлений за допомогою стандартного способу виготовлення кулькового виводу з припою.

4. Трубчастий припій з каніфольним флюсом

Припійний сплав згідно з даним винаходом придатний для застосування у трубчастому припої з каніфольним флюсом, де флюс попередньо міститься у припої. Він може також застосовуватись у вигляді дротяного припою з точки зору подачі припою до паяльника. Крім того, він може застосовуватись до дротяного припою, що надходить і в якому флюс припаяний

до дротяного припою. Поверхня кожного припою може бути вкрита флюсом. Крім того, флюс може бути вкритий на поверхні припою, в якому не міститься флюс.

Вміст флюсу в припої становить, наприклад, 1-10 мас%, і вміст каніфолі у флюсі становить 70-95 %. Як правило, каніфоль являю собою органічну сполуку і містить вуглець і кисень, і тому, каніфоль, що застосовується у даному винаході, не обмежується кінцевою функціональною групою тощо.

5. Паяне з'єднання

Паяне з'єднання згідно з даним винаходом з'єднує кристал інтегральної схеми з основою (інтерпозером) в корпусі інтегральної мікросхеми або з'єднує корпус інтегральної мікросхеми і друковану плату. Тобто, паяне з'єднання згідно з даним винаходом стосується з'єднувальної частини електрода і здатне утворюватись шляхом застосування звичайних умов паяння.

5. Інше

Крім вищезазначеного, припійний сплав згідно з даним винаходом може застосовуватись як дозована заготовка припою, дротяний припій тощо.

Спосіб виготовлення припійного сплаву згідно з даним винаходом може проводитись відповідно до традиційного способу. Спосіб з'єднування з використанням припійного сплаву згідно з даним винаходом може проводитись відповідно до традиційного способу з використанням, наприклад, паяння оплавленням припою. Коли проводиться паяння хвилею припою, температура плавлення припійного сплаву може становити приблизно на 20 °C вище, ніж температура ліквідусу. Крім того, коли з'єднування проводиться припійним сплавом згідно з даним винаходом, структура сплаву може бути більш дрібнозернистою, зважаючи на швидкість охолодження під час тверднення. Наприклад, паяне з'єднання охолоджується при швидкості охолодження 2-3 °C/сек. або більше. Інші умови з'єднування можуть бути відрегульовані відповідним чином згідно зі складом сплаву припійного сплаву.

Припійний сплав згідно з даним винаходом може утворювати сплав з низьким α -випромінюванням, застосовуючи матеріал з низьким α -випромінюванням. Такий сплав з низьким α -випромінюванням може пригнічувати незначні помилки при його використанні для утворення припійних кульок навколо елементів пам'яті.

Приклади

Були приготовані припійні сплави, кожен з яких містить склад сплаву, показаний у Таблиці 1, для спостереження за структурою сплаву і вимірювання температури плавлення (температури ліквідусу) та оцінювання міцності при розтягуванні, деформованості, ударостійкості та опору циклічному нагріванню.

Спостереження за структурою сплаву

Кожний припійний сплав, що містить склад сплаву, показаний у Таблиці 1, був вилитий у заздалегідь задану форму, і отриманий припійний сплав був сформований з каніфоллю та відполірований, і частина, де припійний сплав був відполірований приблизно наполовину, була сфотографована за допомогою СЕМ з польовим емітером при 1000-кратному збільшенні.

Температура ліквідусу

Кожний припійний сплав, показаний у Таблиці 1, був підготовлений, і температура ліквідусу припійних сплавів була виміряна. Температура ліквідусу була виміряна за допомогою методу на основі ДСК, який подібний до методу на основі ДСК для вимірювання температури солідусу, показаної в JIS Z 3198-1. Коли температура ліквідусу становила 170 °C або менше, вона була визначена як "Т", і коли вона перевищувала 170 °C, вона була визначена як "F".

45 Міцність при розтягуванні та деформованість

Міцність при розтягуванні була виміряна згідно з JISZ3198-2. Для кожного припійного сплаву, наведеного у Таблиці 1, тестовий зразок, що має розрахункову довжину 30 мм і діаметр 8 мм, був виготовлений методом лиття у форму. Отриманий тестовий зразок розтягували ривками при швидкості 6 мм/хв. при кімнатній температурі за допомогою приладу Type5966 виробництва компанії Instron Corporation, і міцність при розтягуванні була виміряна. Використовуючи той самий тестовий зразок, тестовий зразок розтягували ривками при швидкості 0,6 мм/хв. при кімнатній температурі за допомогою приладу Type5966 виробництва компанії Instron Corporation, і видовження (деформованість), коли тестовий зразок розривався, було виміряне. У даному прикладі, коли міцність при розтягуванні становила 70 МПа або більше, вона була визначена як "Т", і коли міцність при розтягуванні була менше ніж 70 МПа, вона була визначена як "F". Коли видовження (деформованість) становило 120 % або більше, його оцінювали як практично задовільне і визначали як "Т". Коли видовження становило менше ніж 120 %, воно було визначене як "F".

Ударостійкість

60 Кожний припійний сплав, наведений у Таблиці 1, був подрібнений для набуття вигляду

порошкового припою. Паяльна паста відповідного припійного сплаву була отримана шляхом змішування паяльного флюсу з каніфолі, розчинника, активувальної добавки, тиксотропної добавки, органічної кислоти тощо. Паяльна паста була надрукована на друкованій платі (матеріал: FR-4), що має товщину 0,8 мм, з металевою маскою, що має товщину 120 мкм, і 10 компонентів BGA було встановлено за допомогою монтажного пристрою, і було проведене паяння оплавленням припою при максимальній температурі 190 °C і при витримці за часом у 60 секунд для отримання тестової основи.

Далі обидва кінці тестової основи зафіксували на підставці за допомогою болтів, щоб компонент BGA був повернутий до підставки. У цьому положенні удар силою 1500 Дж був застосований згідно зі стандартом JEDEC для оцінювання ударостійкості. Далі було виміряне значення опору. Коли значення опору становило менше ніж 1,5 рази від початкового значення опору, воно було визначене як "Т", а коли значення становило 1,5 рази або більше, воно було визначене як "F".

Опір циклічному нагріванню

Кожний припійний сплав, наведений у Таблиці 1, був подрібнений для набуття вигляду порошкового припою. Паяльна паста відповідного припійного сплаву була отримана шляхом змішування паяльного флюсу з каніфолі, розчинника, активувальної добавки, тиксотропної добавки, органічної кислоти тощо. Паяльна паста була надрукована на друкованій платі (матеріал: FR-4), що має товщину 0,8 мм, з металевою маскою, що має товщину 100 мкм, і 15 компонентів BGA було встановлено за допомогою монтажного пристрою, і було проведене паяння оплавленням припою при максимальній температурі 190 °C і при витримці за часом у 60 секунд для отримання тестової основи.

Тестові основи, які піддавались паянню відповідним припійним сплавом, були розміщені у приладі для тестування циклічного нагрівання, що встановлений на низьку температуру -40 °C, високу температуру +100°C і час витримки 10 хвилин, і кількість циклів, при яких значення опору щонайменше одного компонента BGA перевищувало 15 Ом, була визначена, виходячи з початкового значення опору 3-5 Ом. Коли циклів було 1700 або більше, це було визначено як "Т", а коли циклів було менше ніж 1700, це було визначено як "F".

Результати оцінювання наведені у Таблиці 1.

Таблиця 1

		ALLOY COMPOSITION (mass%)																LIQUIDUS TEMPERATURE	TS	DUCTILITY	IMPACT RESISTANCE	HEAT CYCLE RESISTANCE			
		Sn	Bi	In	Pd	Co	Ti	Al	Mn	P	Ge	Ga	Sb	Zr	Ni	Al+Ag	Fe						Cu	Pt	Mg
EXAMPLES	1	BAL	35	2.0	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	2	BAL	58	2.0	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	3	BAL	65	2.0	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	4	BAL	58	1.0	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	5	BAL	40	1.0	0.04	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	6	BAL	65	1.0	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	7	BAL	58	3.0	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	8	BAL	58	3.0	0.08	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	9	BAL	58	2.0	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	10	BAL	58	2.0	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	11	BAL	58	2.0	0.03	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	12	BAL	58	2.0	0.03	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	13	BAL	58	2.0	0.03	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	14	BAL	58	2.0	0.03	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	15	BAL	58	2.0	0.03	-	-	-	-	0.003	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	16	BAL	58	2.0	0.03	-	-	-	-	0.05	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	17	BAL	58	2.0	0.03	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	18	BAL	58	2.0	0.03	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	19	BAL	58	2.0	0.03	-	-	-	-	-	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	20	BAL	58	2.0	0.03	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	21	BAL	58	2.0	0.03	-	-	-	-	-	-	0.005	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
	22	BAL	58	2.0	0.03	-	-	-	-	-	-	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	T	T	T
COMPARATIVE EXAMPLES	1	BAL	58	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	F	F	F	F	
	2	BAL	58	-	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	F	F	-	-
	3	BAL	58	2.0	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	F	T	F	T
	4	BAL	30	2.0	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	F	T	-	-
	5	BAL	75	2.0	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	T	F	-	-
	6	BAL	58	0.4	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	T	F	-	-
	7	BAL	58	4.0	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	T	F	T	-	-
	8	BAL	58	2.0	0.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	F	T	F	-	-
	9	BAL	58	2.0	0.03	-	-	-	-	-	-	0.5	-	-	-	-	-	-	-	-	T	T	F	-	-
	10	BAL	58	2.0	0.03	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	-	T	F	F	-	-
	11	BAL	58	2.0	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	-	T	F	F	-	-
	12	BAL	58	2.0	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	-	T	F	F	-	-
	13	BAL	58	2.0	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	-	T	F	F	-	-
	14	BAL	58	2.0	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	-	T	F	F	-	-
	15	BAL	58	2.0	0.03	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	-	T	F	F	-	-
	16	BAL	58	2.0	0.01	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0.1	-	T	F	F	-	-

UNDERLINE MEANS THAT VALUE IS OUTSIDE SCOPE OF PRESENT INVENTION

Підкреслене значення означає значення, що виходить за межі даного винаходу

Як показано у Таблиці 1, було встановлено, що Приклади 1-22 мають кращі характеристики щодо міцності при розтягуванні, деформованості та ударостійкості. Крім того, було встановлено, що настання відмови злиттю пригнічувалось, оскільки температура ліквідусу була низькою, і

5

укрупнення структури сплаву пригнічувалось навіть після циклічного нагрівання, оскільки структура сплаву була дрібнозернистою, і таким чином, опір циклічному нагріванню був чудовий.

З іншого боку, оскільки Порівняльний приклад 1 не містив In і Pd, структура сплаву не стала дрібнозернистою та мала нижчі характеристики щодо міцності при розтягуванні, деформованості, ударостійкості та опору циклічному нагріванню. Механічна міцність Порівняльного прикладу 2 була покращена порівняно з механічною міцністю Порівняльного прикладу 1 за допомогою осадження сполуки Sn і Pd, оскільки він містив Pd, але деформованість була нижчою, оскільки він не містив In. Оскільки деформованість Порівняльного прикладу 2 була нижчою, опір циклічному нагріванню або ударостійкість не

10

15

оцінювались. Порівняльний приклад 3 мав нижчі характеристики щодо міцності при розтягуванні та ударостійкості, оскільки він не містив Pd.

Температура ліквідусу Порівняльного прикладу 4 перевищувала 170 °C, оскільки він містив невелику кількість Ві. Температура ліквідусу Порівняльного прикладу 5 перевищувала 170 °C, оскільки він містив велику кількість Ві. Температура ліквідусу Порівняльного прикладу 6 перевищувала 170 °C, оскільки він містив невелику кількість In. Міцність при розтягуванні Порівняльного прикладу 7 збільшувалась, оскільки він містив велику кількість In. Температура ліквідусу Порівняльного прикладу 8 перевищувала 170 °C і деформованість була нижчою, оскільки він містив велику кількість Pd. Ці Приклади не оцінювались щодо опору циклічному нагріванню та ударостійкості, оскільки щонайменше одна з характеристик температури ліквідусу, міцності при розтягуванні та деформованості була нижчою.

20

25

Порівняльний приклад 9 мав нижчу характеристику щодо деформованості, оскільки In і Sb співіснували. Тому, опір циклічному нагріванню та ударостійкість не оцінювались.

Порівняльний приклади 10-16 мали нижчі характеристики щодо деформованості тощо, оскільки структура сплаву стала крупнозернистою. Тому, опір циклічному нагріванню та ударостійкість не оцінювались.

30

Показані спостереження структури сплаву Порівняльних прикладів 1 і 2 а також Прикладу 2, що наведені в Таблиці 1. Фіг. 1 - це СЕМ-фотографії припійних сплавів: Фіг. 1(a) - це СЕМ-фотографія поперечного перерізу припійного сплаву Порівняльного прикладу 1; Фіг. 1(b) - це СЕМ-фотографія поперечного перерізу припійного сплаву Порівняльного прикладу 2; і Фіг. 1(c) - СЕМ-фотографія припійного сплаву Прикладу 2. На Фіг. 1(a)-1(c), білі частини відповідають Ві фазі, а сірі частини відповідають β -Sn фазі.

35

Було встановлено, виходячи із Фіг. 1(a), що крупнозерниста Ві фаза існує, оскільки In і Pd не містяться у Порівняльному прикладі 1. Було встановлено, виходячи з Фіг. 1(b), що структура сплаву Порівняльного прикладу 2 була дрібнозернистою порівняно з Фіг. 1 (a), оскільки він містив In, в той же час вона не була достатньо дрібнозернистою для отримання бажаних характеристик. Було встановлено, виходячи з Фіг. 1(c) з Прикладу 2, що структура сплаву Прикладу 2 була найбільш дрібнозернистою, оскільки вона містила In і Pd. Зокрема, було встановлено, що мініатюризація Ві фази, яка є крихкою фазою, була значною. У кожному з інших Прикладів спостерігалось, що структура сплаву була такою дрібнозернистою, як зображено на Фіг. 1(c).

40

45

Як зазначено вище, припійний сплав Sn-Bi-In-Pd демонструє чудову міцність при розтягуванні, деформованість і ударостійкість, а також опір циклічному нагріванню завдяки його дрібнозернистій структурі.

Перелік позицій посилань

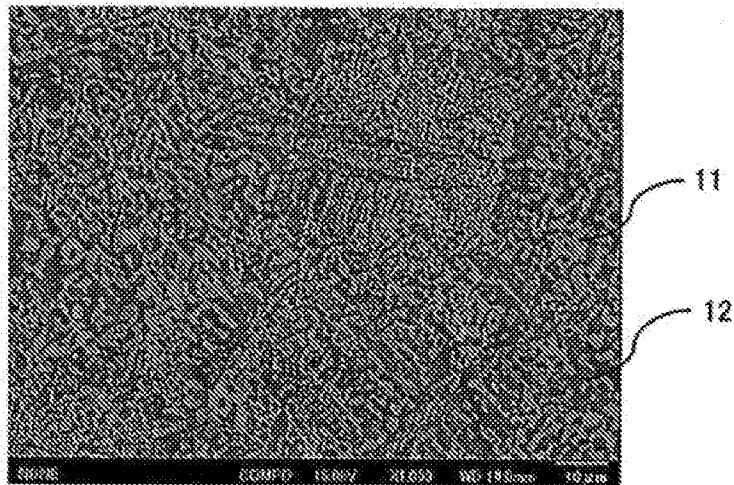
50

11, 21, 31 Ві фаза

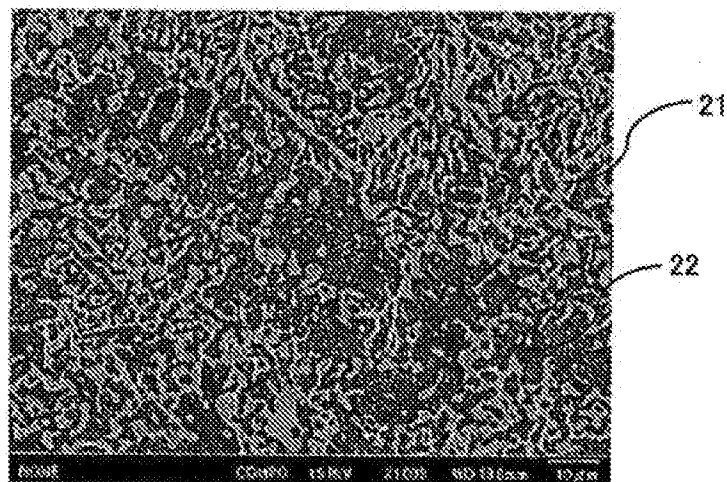
12, 22, 32 Sn фаза

ФОРМУЛА ВИНАХОДУ

1. Припійний сплав, який містить склад сплаву, який складається з 35-68 мас. % Bi, 0,5-3,0 мас. % In, 0,01-0,10 мас. % Pd і залишку маси як Sn.
- 5 2. Припійний сплав за п. 1, де склад сплаву містить 1,0-2,0 мас. % In.
3. Припійний сплав за п. 1 або 2, де склад сплаву містить 0,01-0,03 мас. % Pd.
4. Припійний сплав за будь-яким з пп. 1-3, де склад сплаву додатково містить щонайменше один з Co, Ti, Al і Mn у загальній кількості 0,1 мас. % або менше.
- 10 5. Припійний сплав за будь-яким з пп. 1-4, де склад сплаву додатково містить щонайменше один з P, Ge і Ga у загальній кількості 0,1 мас. % або менше.
6. Паяльна паста, яка містить припійний сплав за будь-яким з пп. 1-5.
7. Кульковий вивід із припою, який містить припійний сплав за будь-яким з пп. 1-5.
8. Трубчастий припій з каніфольним флюсом, який містить припійний сплав за будь-яким з пп. 1-5.
- 15 9. Паяне з'єднання, яке містить припійний сплав за будь-яким з пп. 1-5.



Фіг. 1(a)



Фіг. 1(b)

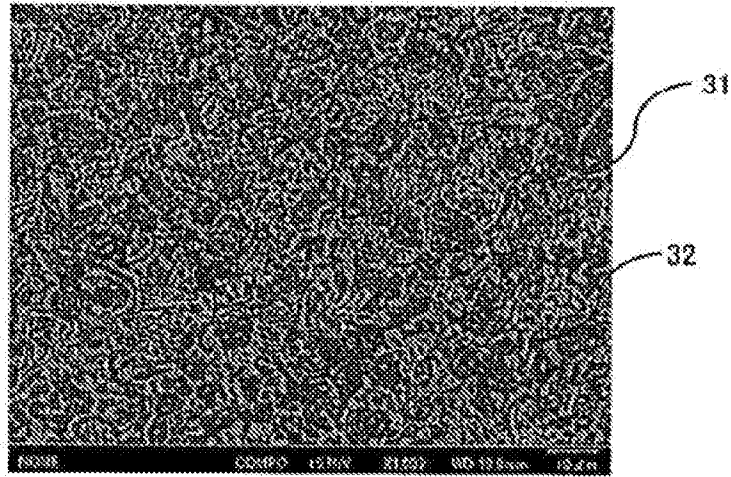


Fig. 1(c)