



(19) **UA** (11) **57 774** (13) **C2**
(51)МПК ⁷ **H 01L 25/07**

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ
УКРАИНЫ

ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ УКРАИНЫ

(21), (22) Заявка: 99095235, 21.09.1999

(24) Дата начала действия патента: 15.07.2003

(30) Приоритет: 22.09.1998 DE 19843309.3

(46) Дата публикации: 15.07.2003

(72) Изобретатель:

Ланг Томас, СН,

Целлер Ханс-Рудольф, СН

(73) Патентовладелец:

АББ ШВАЙЦ ХОЛДИНГ АГ, СН

(54) СИЛОВОЙ ПОЛУПРОВОДНИКОВЫЙ МОДУЛЬ

(57) Реферат:

Предлагаемый силовой полупроводниковый модуль содержит несколько силовых полупроводниковых элементов 4 с прижимными контактами, соединенных параллельно с помощью электропроводного слоя 7. В качестве электропроводного слоя используется фольга, металлическое покрытие или слой припоя. Электропроводный слой обеспечивает соединение основных электродов 5 и 6 полупроводникового элемента. В качестве материала электропроводного слоя может быть использован

материал, например серебро, который вместе с полупроводниковым материалом образует эвтектический сплав, температура плавления которого ниже температуры плавления любого из компонентов сплава.

Официальный бюлетень "Промышленная собственность". Книга 1 "Изобретения, полезные модели, топографии интегральных микросхем", 2003, N 7, 15.07.2003. Государственный департамент интеллектуальной собственности Министерства образования и науки Украины.

U A 5 7 7 7 4 C 2

U A 5 7 7 7 4 C 2



(19) **UA** ⁽¹¹⁾ **57 774** ⁽¹³⁾ **C2**
 (51) Int. Cl.⁷ **H 01L 25/07**

MINISTRY OF EDUCATION AND SCIENCE OF
 UKRAINE

STATE DEPARTMENT OF INTELLECTUAL
 PROPERTY

(12) DESCRIPTION OF PATENT OF UKRAINE FOR INVENTION

(21), (22) Application: 99095235, 21.09.1999
 (24) Effective date for property rights: 15.07.2003
 (30) Priority: 22.09.1998 DE 19843309.3
 (46) Publication date: 15.07.2003

(72) Inventor:
 Lang Thomas, CH,
 Zeller Hans-Rudolph, CH
 (73) Proprietor:
 ABB SHVIZE HOLDING AG, CH

(54) POWER SEMICONDUCTOR MODULE

(57) Abstract:

The proposed power semiconductor module contains several power semiconductor elements (4) with pressed contacts, which are connected in parallel by a conducting layer (7). As the conducting layer, foil, metallic coating, or solder layer is used. The conducting layer provides for connecting the main electrodes (5, 6) of the semiconductor element. As the material for the conducting layer, the material, such as

silver, can be used that, together with the semiconductor material, forms eutectic alloy, which melting temperature is less than the melting temperature of any component of the alloy.

Official bulletin "Industrial property". Book 1 "Inventions, utility models, topographies of integrated circuits", 2003, N 7, 15.07.2003. State Department of Intellectual Property of the Ministry of Education and Science of Ukraine.

U A 5 7 7 7 4 C 2

U A 5 7 7 7 4 C 2



(19) **UA** (11) **57 774** (13) **C2**
(51)МПК ⁷ **H 01L 25/07**

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ

ДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ ВЛАСНОСТІ

(12) ОПИС ВИНАХОДУ ДО ПАТЕНТУ УКРАЇНИ

(21), (22) Дані стосовно заявки:
99095235, 21.09.1999

(24) Дата набуття чинності: 15.07.2003

(30) Дані стосовно пріоритету відповідно до Паризької конвенції : 22.09.1998 DE 19843309.3

(46) Публікація відомостей про видачу патенту (деклараційного патенту): 15.07.2003

(72) Винахідник(и):

Ланг Томас , СН,
Целлер Ханс-Рудольф , СН

(73) Власник(и):

АББ ШВАЙЦ ХОЛДІНГ АГ, СН

(54) СИЛОВИЙ НАПІВПРОВІДНИКОВИЙ МОДУЛЬ

(57) Реферат:

Винахід належить до складеного з кількох увімкнених паралельно окремих мікросхем (4) IGBT силового модуля з натискними контактами. Додатковий електропровідний шар (7) дає змогу здійснити стабільне коротке замикання. Електропровідний шар (7) у вигляді фольги, пасти

чи складової частини припою приводиться в контакт з основними електродами (5, 6) напівпровідникової мікросхеми (4). Електропровідний шар (7) містить, наприклад Ag і утворює разом з напівпровідниковим матеріалом евтектику, точка плавлення якої нижча від точки плавлення одного з матеріалів.

U A 5 7 7 7 4 C 2

U A 5 7 7 7 4 C 2

Опис винаходу

Даний винахід належить до галузі силової електроніки. Він стосується напівпровідникового модуля великої потужності згідно з обмежувальною частиною першого пункту формули винаходу, зокрема, IGBT (insulated gate bipolar transistor - біполярний транзистор з ізольованим затвором) модуля.

Виявилось, що, наприклад, у тиристорів з натискним контактом дефект призводить до короткого замикання. У разі великих поверхонь інтегральних схем це коротке замикання стало зберігатися протягом тривалого часу. Якщо в етажерці з послідовно увімкнених тиристорів передбачені дублюючі тиристиори, решта тиристорів, що є справними, під час фази блокування споживають напругу, і етажерка залишається в робочому стані. Дефектні тиристиори можна замінити в майбутньому під час проведення планових робіт з технічного обслуговування.

В тиристроному модулі знаходиться напівпроеідник, тобто Si (кремній), у механічному та електричному контакті між двома Mo (молібдену) пластинами. Si має точку плавлення 1420°C, у Mo вона знаходиться вище, а міжметалеве з'єднання Si та Mo має ще вищу точку плавлення. Тому у разі несправності першим локально плавиться Si, та при протіканні струму утворюється провідний канал з розплавленого Si по всій товщині напівпровідника. Ця дефектна зона може поширюватись і/або переміщатись, але завжди зачіпається лише невелика частина поверхні мікросхеми. В герметично закритих корпусах розплавлений Si не окислюється, а реагує з Mo, утворюючи порошок. Цей процес триває, доки не буде витрачений весь Si, і може тривати роками.

На протилежність тиристорним напівпровідниковим конструктивним елементам IGBT мікросхеми не виготовляються у вигляді пристроїв з великою поверхнею, і в IGBT модулях як правило розташовані окремо одна поряд з одною кілька мікросхем з невеликою поверхнею. Такого типу модуль відомий, наприклад, з EP 0499707B1.

Тепер виявилось, що для IGBT модулів з натискним контактом не можуть очікуватись сталі короткі замикання описаного вище типу. Це, в першу чергу, відбувається через обмежену поверхню окремих мікросхем або ж через невеликий об'єм кремнію. Псевдостабільна фаза короткого замикання триває у цьому випадку лише кілька годин. До того ж, корпуси часто навмисно не закриті герметично, отже розплавлений кремній реагує з киснем, і може утворюватись ізолюючий SiO₂. Без стабільного шляху короткого замикання в несправній мікросхемі у гіршому випадку пошкодження може відбуватись таке. Якщо решта мікросхем модуля, що включають керування, ще справні, вони під час фази блокування можуть споживати напругу. Тоді струм відгалужується через несправну мікросхему і може в ній за напруг до напруги пробою справних мікросхем призвести до плазми з дуже високою щільністю потужності. Внаслідок цього руйнується весь модуль/

Отже, завдання цього винаходу полягає у створенні побудованого з окремих мікросхем з невеликою поверхнею силового напівпровідникового модуля, у якого коротке замикання окремої мікросхеми не призводить до виходу з ладу всього модуля. Завдання при конструктивному елементі названого вище типу вирішується за рахунок відмітних ознак першого пункту формули винаходу.

Смисл винаходу полягає в тому, що шар з підходячого матеріалу, наприклад, Ag, приводиться у безпосередній контакт з одним чи обома основними електродами кремнієвого напівпровідника. Матеріал цього шару повинен утворювати з Si евтектику. У разі короткого замикання уся багат шарова структура {типу "сандвіча"} розігрівається, і на контактній поверхні між названим шаром та кремнієм з досягнення точки плавлення евтектики починає утворюватись провідний розплав. Ця зона потім може поширюватись на всю товщину напівпровідника і, таким чином, формувати металевий провідний канал.

Згідно з винаходом у разі пошкодження можливим є стабільне коротке замикання за рахунок того, що утворюється металевий провідний канал між основними електродами відповідної кремнієвої напівпровідникової мікросхеми. Цей канал обмежений частиною поверхні мікросхеми, проте, споживає повний номінальний струм і, таким чином, запобігає подальшому розігріванню решти кремнію. Точка плавлення металевого провідного розплаву у цьому каналі відносно відповідної твердої сполуки, що містить кремній та срібло, повинна, отже, обов'язково знаходитись нижче точки плавлення чистого кремнію.

Далі винахід пояснюється за допомогою креслення.

Фіг. зображує поперечний переріз силового напівпровідникового модуля згідно з винаходом. Зображення подано в масштабі.

На фіг. показано в поперечному перерізі приклад більш прийнятного виконання силового напівпровідникового модуля відповідно до винаходу. В спільному корпусі 1 розташовано окремо множини напівпровідникових мікросхем 4 одна поряд з одною, причому на фіг. подані лише дві окремі мікросхеми. Ці мікросхеми електрично увімкнені паралельно, і розрахована на великі струми активна поверхня напівпровідника складається таким чином з множини окремих поверхонь. На фіг. не наведені виводи затворів, що як правило прикріплюються, для керування напівпровідниковим конструктивним елементом.

Напівпровідникові мікросхеми 4 мають по одному на нижньому та верхньому боках металізованому основному електроду 5, 6, які перебувають в електричному контакті з металевими контактними поверхнями. Мікросхеми нанесені на провідну підкладку 2, і безпосередньо над кожною мікросхемою розташовано контактний поршень 3. Між першим основним електродом 5 та підкладкою 2, з одного боку, і між другим основним електродом 6 та контактним поршнем 3, з іншого боку, можуть бути передбачені інші, не показані на фіг. готівки чи пластинки, які за своїм термічним розширенням приведені у відповідність з кремнієм. Останні виготовлені, наприклад, з таких матеріалів, як Mo, Cu, або композитів Mo-Ca

У першій формі виконання достатній електричний контакт здійснюється виключно шляхом натискання, що виконується на торцевій поверхні корпуса 1. При цьому контакті поршні 3 тиснуть на другий основний електрод 6

і створюють, таким чином, контакт з мікросхемою 4 Отже, ця форма виконання обходиться без припою. Шар 7 відповідно до винаходу розташовується між одним з основних електродів 5, 6 і прилеглою металевую контактною поверхнею. Допускається також наносити по одному шару 7 згідно з винаходом, прилеглому до обох основних електродів. Шар 7 відповідно до винаходу простіше за все реалізується з використанням плівки з відповідного матеріалу або наноситься на основні електроди як паста і містить, більш прийнятно, Ag (срібло). Взагалі товщину шару 7 згідно з винаходом треба вибирати більшою від половини товщини напівпровідника. Тонкі шари металізації не є достатніми для суцільного утворення провідного каналу.

У другій формі виконання, що не використовує виключно натискний контакт, між основними електродами 5, 6 та металевими контактними поверхнями з метою створення замикаючого на масу з'єднання передбачено шари припою. Шар припою може контактувати, наприклад, з першим основним електродом 5, 6, а додатковий шар 7 відповідно до винаходу з розташованим навпроти основним електродом 6, 5. Далі шар припою може контактувати також безпосередньо з шаром 7 відповідно до винаходу, причому протилежний бік вибірково має натискний контакт або спаяний. Вельми прийнятною є друга форма виконання, у якій шар припою та шар 7 згідно з винаходом є ідентичними. Припій містить у цьому випадку, принаймні, одну компоненту, яка разом з кремнієм утворює евтектику.

Для напівпровідників кремнієвої мікросхеми в якості партнера евтектики пропонується срібла Точка плавлення сплаву AgSi з 11% Ag (точка евтектики) знаходиться при 835°C і, отже, явно нижче точки плавлення чистого Si. Експерименти з Ag для репродукованих стабільних коротких замикань проведено при струмовому несучому навантаженні більше номінального струму 1500A на окрему мікросхему (поверхня мікросхеми 12x12мм) і тривалості більше 1000год. Однак, допустимими є також Au, Cu, Mg або Al, Al через його здатність до окислення все ж переважно у герметично закритих корпусах. Надалі, само собою зрозуміло, можливі також інші матеріали, зокрема, якщо вибирається інший напівпровідниковий матеріал.

Партнер евтектики не повинен бути у чистому вигляді/ а може бути тією ж частиною сполуки чи сплаву, наприклад, у вигляді припою, що містить срібло. Точка плавлення такої сполуки більш прийнятно розташована нижче точки плавлення евтектики. Партнер евтектики повинен складати, принаймні, 10 відсотків об'єму сполуки або сплаву.

При всіх викладених вище формах виконання у разі пошкодження відбувається таке: в якості першої події пошкодження відбувається коротке замикання в окремій мікросхемі, після чого повний номінальний струм протікає через цю мікросхему. Шарувата (типу "сандвічу") структура з напівпровідникової мікросхеми 4, електродів 5, 6 та шару 7 згідно з винаходом нагрівається, доки з досягнення евтектичної точки утворюється розплав, який містить кремній. Якщо шар відповідно до винаходу має достатню товщину, виходячи з контактної поверхні, утворюється провідний канал з розплаву через всю мікросхему. Він проводить струм і перешкоджає тому, щоб шарувата структура нагрівалась до точки плавлення чистого Si.

За типом і внутрішньою структурою сама напівпровідникова мікросхема не розглядалась у попередніх поясненнях. Оскільки модуль взагалі являє собою IGBT модуль, внутрішня структура відповідно є структурою IGBT або діодом, але винахід може також застосовуватись на інших напівпровідникових конструктивних елементах з невеликою поверхнею.

Список умовних позначень

- 1 Корпус
2. Підкладка
3. Контактний поршень
4. Напівпровідникова мікросхема
- 5, 6. Основні електроди
7. Шар

Формула винаходу

1. Силовий напівпровідниковий модуль, який містить у корпусі (1) підкладку (2), принаймні дві напівпровідникові мікросхеми (4) з двома основними електродами (5, 6) кожна, по одному контактному поршню (3) для кожної напівпровідникової мікросхеми, причому перші основні електроди (5) знаходяться в електричному контакті з підкладкою (2), а відповідно другі основні електроди (6) знаходяться в електричному контакті з контактним поршнем (3), між основним електродом (5, 6) і підкладкою (2) або контактним поршнем (3) містить електропровідний шар (7), який відрізняється тим, що електропровідний шар (7) містить матеріал, який разом з напівпровідниковим матеріалом утворює сполуку або сплав, точка плавлення якого нижча точки плавлення напівпровідникового матеріалу, а товщина електропровідного шару (7) принаймні рівна половині товщини напівпровідникової мікросхеми.

2. Силовий напівпровідниковий модуль за п. 1, який відрізняється тим, що напівпровідниковим матеріалом є кремній, а матеріал електропровідного шару (7) містить. Al, Ag, Au, Cu або Mg або сполуку цих елементів.

3. Силовий напівпровідниковий модуль за пп. 1 або 2, який відрізняється тим, що електропровідний шар (7) є пастою.

4. Силовий напівпровідниковий модуль за пп. 1 або 2, який відрізняється тим, що електропровідний шар (7) є шаром припою.

5. Силовий напівпровідниковий модуль за пп. 3 або 4, який відрізняється тим, що складова частина утворюючого з напівпровідниковим матеріалом евтектику елементу у електропровідному шарі (7), складає

принаймні 10 об'ємних відсотків.

5

10

15

20

25

30

35

40

45

50

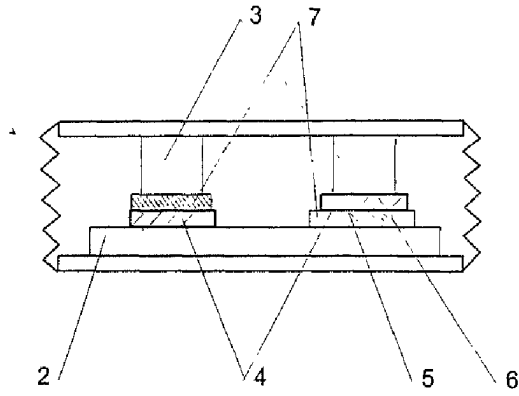
55

60

65

U A 5 7 7 7 4 C 2

U A 5 7 7 7 4 C 2



Офіційний бюлетень "Промислова власність". Книга 1 "Винаходи, корисні моделі, топографії інтегральних мікросхем", 2003, N 7, 15.07.2003. Державний департамент інтелектуальної власності Міністерства освіти і науки України.

U A 5 7 7 7 4 C 2

U A 5 7 7 7 4 C 2