



УКРАЇНА

(19) UA (11) 14501 (13) U
(51) МПК
G01N 29/07 (2006.01)МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ
І НАУКИ УКРАЇНИДЕРЖАВНИЙ ДЕПАРТАМЕНТ
ІНТЕЛЕКТУАЛЬНОЇ
ВЛАСНОСТІ

ОПИС

ДО ДЕКЛАРАЦІЙНОГО ПАТЕНТУ
НА КОРИСНУ МОДЕЛЬвидається під
відповідальність
власника
патенту

(54) СПОСІБ ГРАДАЦІЙНОЇ ОЦІНКИ ЯКОСТІ МІКРОЗВАРНИХ З'ЄДНАНЬ

1

2

(21) u200511319

(22) 29.11.2005

(24) 15.05.2006

(46) 15.05.2006, Бюл. № 5, 2006 р.

(72) Циганок Борис Архипович, Йорг Фрідель, DE

(73) НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
УКРАЇНИ "КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИ-
ТУТ"

(57) Спосіб оцінки якості мікроз'єднань, що полягає в промодульованому опроміненні у вигляді раstra поверхні з'єднання, шляхом якого збуджуються змінні теплові сигнали, що перетворюються в акустичні, а потім в електричні сигнали, які несуть аналогову інформацію про якість (дефекти) мікроз'єднання та перетворенні їх в цифрову форму сигналів, при цьому на основі цих сигналів формують відеозображення, за яким, в залежності від величини сигналів, оцінюють сумарну реальну

якісну площу мікроз'єднання, який відрізняється тим, що попередньо задають порогово-допустимий рівень сигналу V_{Π} , та, в залежності від вимог та умов експлуатації мікроз'єднання, сумарну порогово-допустиму площу $S_{\Sigma\Pi}$ мікроз'єднання з цим заданим рівнем сигналу, та порівнюють її з реальною площею мікроз'єднання $S_{\Sigma P}$, у всіх точках якої реальні сигнали V_p рівні або вищі від заданого порогово-допустимого рівня сигналу $V_p \geq V_{\Pi}$, і на основі порівняння площ реальної та порогово-допустимої, при умові $S_{\Sigma P} \geq S_{\Sigma\Pi}$, роблять заключення "придатне мікроз'єднання", а при умові $S_{\Sigma P} < S_{\Sigma\Pi}$ роблять заключення "непридатне мікроз'єднання".

Корисна модель відноситься до галузі мікроелектронних технологій, зокрема до неруйнівних методів контролю мікрозварних з'єднань.

Найбільш близьким аналогом є спосіб, що описаний у статті "Експериментальне дослідження деформацій в зразках напівпровідників з використанням способу фотоакустичної діагностики" ["Experimental Examination of Strained Semiconductor Samples Using Photoacoustic Diagnostic Method", що опублікована в матеріалах міжнародної конференції "E-MRS 1993 SPRING MEETING" (4-7 травня 1993р. м. Страсбург, Франція) авторів B.A. Tsuganok, I.A. Krivokon, A.D. Belyaev].

При цьому лазерне опромінення з джерела опромінення модулюється і після відхилення діє на поверхню зразка з мікрозварним з'єднанням, яке підлягає контролю. В об'ємі зразка збуджується теплова, потім акустична хвиля. Сигнал, після проходження через об'єм мікроз'єднання, несе в собі інформацію про якість мікроз'єднання в кожній точці раstra і поступає на перетворювач енергії сигналу, який трансформує його в електричний сигнал, котрий в підсилювачі підсилюється і потім перетворюється в цифрову форму. Сигнал надхо-

дить до монітору. Оператор, здійснюючи візуальну якісну оцінку моніторного зображення і оцінюючи сумарну реальну якісну площу мікроз'єднання, приймає рішення відносно придатності/непридатності мікроз'єднання.

Недоліком описаного способу оцінки якості мікрозварних з'єднань з використанням фотоакустичної мікроскопії є візуальна оцінка якості мікрозварних з'єднань, що базуються на суб'єктивній оцінці оператором якості мікрозварного з'єднання під час візуального аналізу зображення мікроз'єднання на екрані монітору.

Окрім цього при наявності різних вимог до якості мікроз'єднання надзвичайно складно здійснити градаційну оцінку рівня сигналів на екрані монітору, а значить і градаційно оцінити якість мікрозварного з'єднання.

В основу корисної моделі поставлена задача: удосконалити відомий спосіб шляхом використання двох параметрів за допомогою яких градаційно оцінюється якість мікроз'єднання, що дає можливість підвищити точність оцінки якості мікроз'єднань. За рахунок цього підвищується ефективність їх використання.

Поставлена задача вирішується з використан-

(13) U
14501
(11)
UA
(19)

ням такого способу оцінки якості мікроз'єднань: промодульованого опромінення у вигляді растру поверхні з'єднання, шляхом якого збуджуються змінні теплові сигнали, що перетворюються в акустичні, а потім в електричні сигнали, які несуть аналогову інформацію про якість (дефекти) мікроз'єднання та перетворюють їх в цифрову форму сигналів. На основі цих сигналів формують відеозображення, за яким, в залежності від величини сигналів, оцінюють сумарну реальну якісну площу мікроз'єднання. Згідно з корисною моделлю новим є те, що попередньо задають порогово-допустимий рівень сигналу V_{Π} , та в залежності від вимог та умов експлуатації мікроз'єднання сумарну порогово-допустиму площу $S_{\Sigma\Pi}$ мікроз'єднання з цим заданим рівнем сигналу та порівнюють її з реальною площею мікроз'єднання $S_{\Sigma P}$, у всіх точках якої реальні сигнали V_P рівні, або вищі від заданого порогово-допустимого рівня сигналу $V_P \geq V_{\Pi}$ і на основі порівняння площ реальної та порогово-допустимої, при умові $S_{\Sigma P} \geq S_{\Sigma\Pi}$, роблять заключення "придатне мікроз'єднання", а при умові $S_{\Sigma P} < S_{\Sigma\Pi}$ роблять заключення "непридатне мікроз'єднання".

Спосіб градаційного визначення якості мікроз'єднань ілюструється фігурами.

На Фіг.1 представлена структурна схема реалізації способу градаційного визначення якості мікроз'єднань.

На Фіг.2 представлена картина, що відображає мікроз'єднання.

Фіг.3 демонструє сигнал одного рядка растру зображення, представленого на Фіг.2.

Спосіб передбачає роботу за такою схемою. Опромінення (лазерний, чи інші промені) з джерела опромінення 1 після модуляції модулятором 2 та відхилення промодульованого променю 3 системою відхилення 4 за визначеним растром діє на поверхню зразка 5 з мікрозварним з'єднанням, яке підлягає контролю. Енергія промодульованого опромінення збуджує сигнал, який після проходження через об'єм мікроз'єднання несе в собі інформацію про якість мікроз'єднання в кожній точці растру і поступає на перетворювач енергії сигналу 6, який трансформує сигнал, що надійшов, в електричний сигнал V_P (завдяки кращим умовам передачі енергії опромінення в електричний сигнал в точці з високою якістю мікроз'єднання формується сигнал більшої амплітуди). Сигнал V_P через підсилювач 7 надходить до блоку порівняння 9 реальних сигналів V_P та порогово-мінімального сигналу V_{Π} , який попередньо задається і надходить до блоку 9 з блоку задання порогово-мінімального сигналу та порогово-допустимої (мінімальної) площі 8 мікроз'єднання. При цьому в залежності від вимог до мікроз'єднання з блоку 8 може задаватись значення V_{Π} в межах від V_{Π}^{\min} до V_{Π}^{\max} , як показано на Фіг.3. Так само $S_{\Sigma\Pi}$ з блоку 8 може задаватись в межах від $S_{\Sigma\Pi}^{\min}$ до $S_{\Sigma\Pi}^{\max}$. Блок 9 виконує також функцію аналізатора: - порівнює сигнали V_P та V_{Π} і сумує площу всіх точок растру, в яких виконується умова $V_P \geq V_{\Pi}$ і визначає в результаті $S_{\Sigma P}$, тобто реальну площу мікроз'єднання, в межах якої реальний сигнал V_P перевищує значення порогово-мінімального сигналу V_{Π} . Якщо

при цьому $S_{\Sigma P} \geq S_{\Sigma\Pi}$ то дане мікроз'єднання якісне ($S_{\Sigma\Pi}$ задається з блоку 8). В такому випадку з блоку 9 на монітор 10 дається інформація "придатне мікроз'єднання".

Якщо $S_{\Sigma P} < S_{\Sigma\Pi}$ при тій же умові $V_P \geq V_{\Pi}$, то на монітор 10 поступає інформація "непридатне мікроз'єднання".

Окрім цього на екрані монітора формується картина мікроз'єднання у вигляді растрового зображення, яке дозволяє візуально спостерігати градаційну картину мікроз'єднання.

Зони 1 (Фіг.2) з чорними точками засвідчують достатньо великий (максимальний) рівень реального сигналу V_P^{\max} (Фіг.3). В цих точках напевне виконується умова $V_P^{\max} > V_{\Pi}$, тобто чорні зони відповідають високій якості мікроз'єднання.

Друга зона сірого (зона 2 на Фіг.2) відповідає дещо меншому сигналу V_P , що менший від V_P^{\max} , тобто $V_P < V_P^{\max}$, як показано на Фіг.3.

Зона 3 на Фіг.2 демонструє ще менший рівень сигналу (сигнал V_A на Фіг.3), тобто $V_A < V_P < V_P^{\max}$.

Зона 4 на Фіг.2 демонструє сигнал фону (сигнал V_B на Фіг.3), тобто $V_B < V_A < V_P < V_P^{\max}$.

Якщо загальна площа чорних зон $S_{\Sigma P}$ більша порогово-допустимої площі $S_{\Sigma\Pi}$ мікроз'єднання, що задається з блоку 8, тобто $S_{\Sigma P} \geq S_{\Sigma\Pi}$, то на блок 10 надходить сигнал "придатне мікроз'єднання".

Якщо ж виявиться, що задана з блоку 8 порогово-допустима площа - $S_{\Sigma\Pi} > S_{\Sigma P}$, то на блок 10 надходить сигнал "непридатне мікроз'єднання".

Якщо вимоги до якості мікроз'єднання максимально високі, то при визначенні реальної сумарної площі якісного мікроз'єднання $S_{\Sigma P}$ враховується тільки зона 1 на Фіг.2, тобто зона з максимальним рівнем сигналу $V_P^{\max} \geq V_{\Pi}^{\max}$ (V_{Π}^{\max} - максимальний рівень порогового сигналу на Фіг.3).

Якщо ж вимоги до якості мікроз'єднання дещо нижчі, тобто допустимим є рівень сигналу $V_P \geq V_{\Pi}$ (задаєм $V_{\Pi} < V_{\Pi}^{\max}$, як показано на Фіг.3), то реальна площа якісного мікроз'єднання включає в себе і зону 1 (зону чорного) і зону 2 (зону сірого) на Фіг.2. Тоді мікроз'єднання, яке при надзвичайно високих вимогах до мікроз'єднання (зона 1 на Фіг.2) вважалось би непридатним, стане придатним (при зниженні вимог до мікроз'єднання, тобто зниження рівня сигналу V_{Π} у порівнянні з V_{Π}^{\max} , забезпечить $S_P \geq S_{\Pi}$ при умові, що $S_{\Pi}^{\max} \geq S_{\Pi}$, тобто порогова площа S_{Π} при зменшених вимогах до мікроз'єднання може бути більшою від порогової площі S_{Π}^{\max} , що задається при максимально високих вимогах до якості мікроз'єднання).

Можливий варіант, коли $S_P < S_{\Pi}^{\max}$, але за умови зниження вимог до якості знижується розмір порогової площі і S_P стане більшим S_{Π} внаслідок чого неякісне мікроз'єднання перейде в розряд якісних мікроз'єднань, що допустиме при виготовленні менш відповідальних елементів електронних пристроїв та систем (S_P включити в себе чорну зону 1 і сіру зону 2 на Фіг.2).

Пропонована корисна модель дозволяє забезпечити градаційну оцінку якості мікроз'єднань в залежності від конкретних вимог їх використання.

