

на дизайн по сравнению с правилами для 65 нм. Это ведет к высокой степени регулярности топологии в критических слоях, что позволяет успешно применять сложные осветители.

Таким образом, альтернативный путь освоения технологии 65 нм может лежать в усложнении правил проектирования либо использовании иных методов повышения разрешающей способности, таких как различные виды двойного паттернирования. Однако исследование данных направлений переходит уже в экономическую плоскость.

Литература

1. Mikron. Технологии. URL: <https://www.mikron.ru/capabilities/technology/> (дата обращения: 01.08.2020).
2. ASML 2005 Annual report. URL: <https://www.asml.com/en/investors/annual-report/2005> (дата обращения: 01.08.2020).
3. Wikichip. 65 nm lithography process. URL: https://en.wikichip.org/wiki/65_nm_lithography_process (дата обращения: 01.02.2020).
4. Ипатов Е. В., Харченко Е. Л. Генерация топологии случайной конфигурации для отработки OPC-модели // Наноиндустрия, 2019. Спецвыпуск (89) – С. 250–253.

УДК 621.3.049.76

DOI: 10.22184/1993-8578.2020.13.4s.229.231

Технологические аспекты коммутации кристаллов припойными шариками с подкристалльным компаундированием Technological Aspects of Switching Crystals with Solder Balls with Subcrystalline Compounding

Змеев С. В.

АО «Зеленоградский инновационно-технологический центр»
124527, г. Москва, г. Зеленоград, Солнечная аллея, 8
svz@zitic.ru

Рассмотрены технологические аспекты процессов сборки кристаллов методом флип-чип с межкристалльной безфлюсовой коммутацией припойными шариками размером 60 мкм с подкристалльной заливкой высокотекучими компаундами.

Ключевые слова: коммутация кристаллов; 3D-сборка; флип-чип; многослойная 2.5D- и 3D-интеграция; UBM (Under Bump Metallization); припойные микрошарики; компаундирование.

В рамках работ по минимизации размеров электронного модуля СВЧ-прибора был использован способ монтажа кристалла методом перевернутого кристалла (флип-чип, англ. flip-chip). Коммутация кристалла с подложкой в виде кремниевой платы (интерпозером) с золотой металлизацией осуществлялась припойными шариками, без применения флюса [1] с заполнением подкристалльного пространства высокотекучим компаундом.

Для формирования шарикового припойного вывода были опробованы различные комбинации металлов на поверхности контактных площадок (КП):

- 1) кристаллы с алюминиевой металлизацией КП;
- 2) кристаллы с установленными золотыми стад-бампами на алюминиевые КП;
- 3) кристаллы с КП, покрытых иммерсионным слоем золота.

На КП с алюминиевой металлизацией были сформированы золотые стад-бампы, полученные путем разварки золотой проволоки шариком (рис. 1а) и поверх стад-бампов установлены припойные шарики (рис. 1б) для возможности проведения флип-чип-монтажа на кремниевый интерпозер с золотой металлизацией.

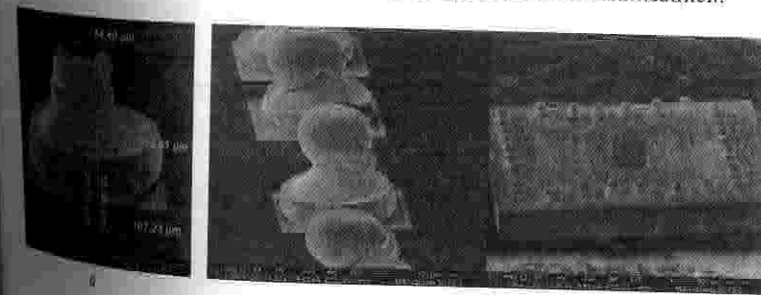


Рис. 1. Гибридные стад-бампы

Припойные шариковые выводы так же были сформированы на алюминиевой КП кристаллов, используя индивидуально подобранные режимы бампирования. При формировании припойного шарикового вывода на алюминиевой КП может образовываться интерметаллид, приводящий к охрупчиванию соединения, кроме того, могут образовываться оловянные дендриты (т. н. «оловянные усы», рис. 2а), причем данный дефект возможно избежать, подбирая режимы бампирования (рис. 2б).



Рис. 2. Припойный шарик 60 мкм SAC305 на алюминиевой КП

Сформированные припойные шариковые выводы на алюминиевых КП и на золотых КП интерпозера подвергались испытанию на сдвиг. На высоте половины высоты шарика происходил срез шарика, что свидетельствовало об отличном соединении металлов. Установленные шарики на КП с подслоем иммерсионного золота (УВМ) сдвигались вместе с УВМ, отслаиваясь от алюминиевой металлизации КП, (рис. 3) что свидетельствует о нарушении технологических режимов иммерсионного золочения и обуславливает необходимость дополнительной обработки процесса подготовки и металлизации КП под припойное бампирование.



Рис. 3. Отслоение УВМ при бампировании

Забампированные кристаллы методом флип-чип [2] смонтировали на интерпозеры и заполнили тремя разными высокотекучими компаундами.

1. Компаунд № 1 — однокомпонентный тестовый компаунд отечественного производства серого цвета с кремниевым наполнителем. Условия хранения до -5°C .

2. Компаунд № 2 — двухкомпонентный компаунд производства США прозрачного цвета. Может храниться при комнатной температуре. При его приготовлении, необходимо точное соблюдение пропорций смешивания.
3. Компаунд № 3 — однокомпонентный компаунд производства Японии черного цвета. Удобен в применении, но требователен к условиям перевозки и хранения при -40°C .

После компаундирования провели климатические испытания и функциональное тестирование.

Заключение

В результате проведения различных испытаний, рентгеновского и ультразвукового микроскопических исследований конструкция с применением гибридных сдвиг-бампов и компаунда № 3 продемонстрировала наиболее высокие электрометрические показатели.

Литература

1. Змеев С. В. Коммутация кристаллов припойными шариками в микросистемах 2.5D- и 3D-микросборок // Наноиндустрия, 2020. — №S96-2. — С. 434–437.
1. Сидоренко В. Н., Вертянов Д. В., Долговых Ю. Г., Ковалев А. А., Змеев С. В., Тимошенко С. П. Конструктивно-технологические особенности flip-chip-монтажа кристаллов в производстве высокоинтегрированных 2.5D- и 3D-микросборок // Наноиндустрия, 2018. — № 9.