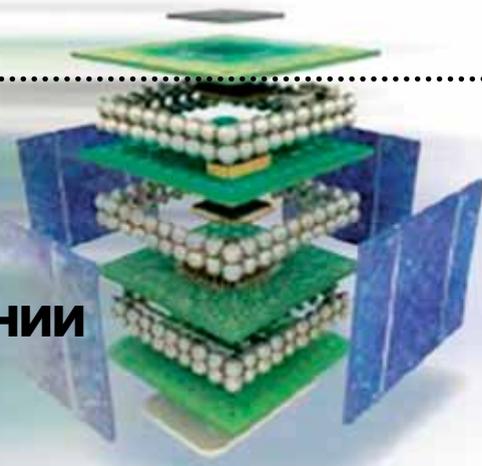


3D-СБОРКА

ТЕХНОЛОГИЯ СКВОЗНЫХ ОТВЕРСТИЙ В КРЕМНИИ



Е.Мушина, П. Башта

В микроэлектронике на сегодняшний день наблюдается тенденция к все большей интеграции и миниатюризации изделий. Появляется спрос на повышение функциональности микросистем (например, интеграция механической, оптической и биологической систем), улучшение их характеристик, повышение производительности и снижение стоимости. Возможным решением всех этих вопросов может стать трехмерная (3D) интеграция.

В настоящее время существуют следующие методы 3D-интеграции:

- чип-на-чипе (этажерочная сборка);
- пластина-на-пластине, или вертикальная системная интеграция (VSI);
- корпус-на-корпусе.

Этажерочная сборка кристаллов (чипов) с их разваркой (для создания межсоединений) уже много лет используется такими компаниями, как Intel, Hitachi, Sharp, Amkor, Philips и др. Сборка же кристаллов друг на друга на уровне пластины способствует повышению производительности и снижению стоимости производства.

Вертикальная система интеграции (VSI) характеризуется очень высокой плотностью выводов, которые свободно распространяются через отверстия в кремниевых кристаллах.

Технология VSI включает следующие этапы:

- формирование отверстий (методом лазерной прошивки,

реактивного ионного травления или фотолитографии);

- заполнение отверстий (металлизацией, химическим осаждением или фотолитографией);
- монтаж пластин друг на друга (совмещение и монтаж);
- утонение пластин до отдельных кристалльныхборок (шлифовка или травление).

Таким образом, требования к VSI – высокая точность операции утонения, формирование надежных стержней-выводов между кристаллами и соответствующий процесс монтажа. Большой вклад в разработку технологии VSI на уровне пластины внесли специалисты Фраунгоферовского исследовательского центра в Мюнхене (Fraunhofer IZM).

Технологию VSI можно выполнить двумя методами – монтажа кристаллов на пластину и монтажа пластины на пластину. Согласно первому методу, соединения формируются разваркой или по технологии Flip Chip, согласно второму – по технологии формирования сквозных отверстий в кремнии (Through-Silicon Via – TSV).

Метод формирования сквозных отверстий для выполнения вертикальной интеграции имеет ряд преимуществ перед методом монтажа кристаллов на пластину. К ним относятся более высокая плотность монтажа при сопоставимых размерах пластины, большая функциональность, лучшие характеристики (параллельность выводов, минимальная длина соединений, межсоединения не ограничивают скорость распространения сигнала), более низкое энерго-



Рис.1. Установка LDS200M



Рис.2. Установка Plasma Lab



Рис.3. Установка SC6



Рис.4. Установка для напыления металлов



Рис.5. Установка FC150



Рис.6. Установка DH300

потребление и меньшая стоимость конечного изделия.

Для реализации технологии TSV требуется целый комплекс технологического оборудования. Один из наиболее удачных вариантов такого комплекса включает в себя следующие установки.

Установка лазерной обработки LDS200M (рис.1). Точность позиционирования установки составляет ± 3 мкм, ширина реза – 20 мкм, максимальная рабочая область – 240×240 мм, максимальная скорость реза – 1000 мм/с, тип лазера – твердотельный Nd:YAG, длина волны 532 или 1024 нм, мощность 120 Вт, загрузка – ручная/кассетная. В установке предусмотрена автоматическая система совмещения.

Установка глубокого реактивного ионного травления Plasma Lab 100 (рис.2). Установка имеет кластерную конфигурацию с числом газовых линий до 12, шлюзовую камеру с ручной загрузкой, RIE-модуль с планарным реактором на частоту 13,56 МГц. Размер электродов – 205, 240 мм. Управляется программным обеспечением.

Установка нанесения фоторезиста SC6 (рис.3) имеет модульный дизайн. Максимальный диаметр обрабатываемой пластины составляет 200 мм, максимальный размер подложки – 150×150 мм. Скорость вращения шпинделя достигает 10 000 об/мин. В систему входит программируемый контроллер (PLC), обеспечивающий программирование параметров процесса нанесения фоторезиста.

Оборудование для напыления металлов (рис.4) представляет собой установку вакуумного магнетронного напыления и осаждения горизонтальных линий.

Установка монтажа кристаллов FC150 (рис.5) позволяет обрабатывать подложки размером 0,2–150 мм, размер кристаллов составляет 0,25–100 мм. Точность достигает $\pm 0,5$ мкм, 3σ , усилие захвата/монтажа – 200 кг. Производительность установки – 200 компонентов/ч. Предназначена для монтажа многокристальных модулей (МСМ), гибридных схем, инфракрасных фокальных плоскостных матриц (IRFPA), монтажа методом перевернутого кристалла, получения эвтектических соединений, тиснения кристалла.

Установка механического утонения пластин DH300 (рис.6) позволяет обрабатывать пластины диаметром до 300 мм. Скорость вращения пластины составляет 0–160 об/мин.

Скорость вращения держателя пластины – 0–125 об/мин, давление прижима держателя – 0,06–0,3 бар, размер полировальной пластины – 560 мм. Максимальная температура плиты 60°C.

Рассмотренное оборудование на территории России и стран СНГ поставляет компания ООО "Совтест АТЕ". Подробную информацию можно найти на сайте www.sovtest.ru. ○