

НАНЕСЕНИЕ ФОТОРЕЗИСТА ПРИ ФОРМИРОВАНИИ МЕЖСОЕДИНЕНИЙ НА КРЕМНИИ

А.Сидоров
micro@ostec-group.ru

Создание многокристальных модулей и 3D интегрированных структур с использованием технологии переходных отверстий в материале полупроводниковых кристаллов для формирования межсоединений (Through-Silicon-Via, TSV) перспективно при производстве микросборок [1].

Применение этой технологии позволяет выполнять сборку изделий на уровне полупроводниковых пластин и кристаллов (рис.1).

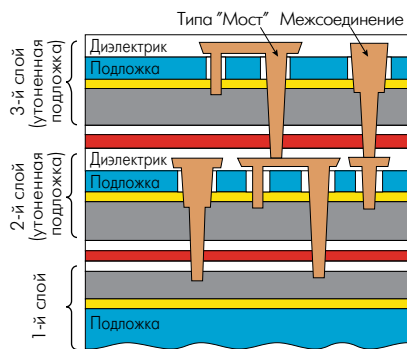


Рис.1. Схема изделия, собранного по технологии TSV

Использование технологии TSV позволяет:

- снизить потребляемую мощность изделий;

- сократить длину и увеличить плотность межсоединений;
 - улучшить теплоотвод;
 - уменьшить площадь, необходимую для организации электрических контактов.
- Последовательность операций для формирования подобных переходных отверстий, показана на рис.2.

Как видно из этой схемы, для формирования межсоединений на кремнии необходимо:

- выполнить травление кремния;
- провести осаждение слоя диэлектрика;
- равномерно нанести фоторезист на подложку и на боковую поверхность уже сформированного отверстия;
- создать слой меди на поверхности отверстия;

- сформировать пассивационные слои на металлизированных отверстиях;
- вскрыть контактные площадки.

Рассмотрим более подробно задачу нанесения фоторезиста на боковую поверхность уже сформированного отверстия.

Классическое его нанесение центрифугированием для решения этой задачи неприменимо, так как такая технология позволяет наносить фоторезист только на плоские поверхности.

Для решения подобных задач компанией EV Group в 90-е годы прошлого столетия разработано нанесение фоторезиста распылением с помощью специального ультразвукового сопла, которое перемещается над поверхностью подложки [2].

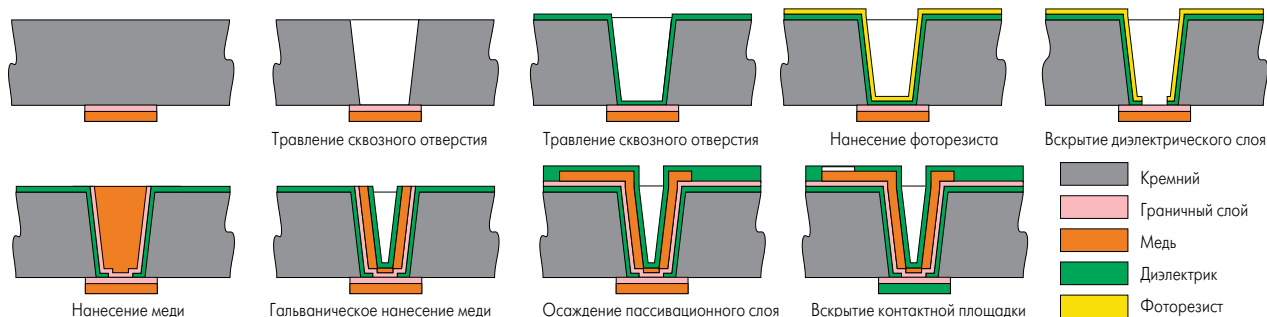


Рис.2. Последовательность операций при формировании TSV



Рис.3. Отверстие, покрытое резистом методом распыления

На рис.3 показан результат нанесения резиста на поверхность отверстия известным методом распыления.

Такой метод применим при соотношении диаметра цилиндрического отверстия к его глубине, равном 1:1.

При его использовании возникает неизбежное утонение слоя фоторезиста на боковых поверхностях отверстия, причем, чем глубже отверстие, тем выше неравномерность слоя.

Если требуется нанести фоторезист на боковые поверхности более глубоких отверстий, то этот метод уже не позволяет получать стабильные и удовлетворительные результаты.



Рис.4. Отверстие, покрытое резистом методом NanoSpray



Рис.5. Комплекс для нанесения резиста методом NanoSpray

Для нанесения фоторезиста на более глубокие отверстия компания EVGroup разработала метод, называемый NanoSpray.

Технология нанесения резиста таким методом позволяет покрывать отверстия с малым диаметром и большой глубиной. Способ показывает отличные результаты при диаметрах отверстий менее 200 мкм и его отношении к глубине до 1:10. При использовании этого метода можно наносить резист и на боковые поверхности вертикальных отверстий. Благодаря подобным возможностям метод может получить широкое применение при формировании межсоединений на кремнии.

На рис.4 приведен результат нанесения резиста на поверхность отверстия диаметром 100 мкм и глубиной 300 мкм.

Для внедрения в технологический процесс технологии NanoSpray компания EV Group разработала специальный комплекс оборудования, общий вид которого представлен на рис.5.

Использование такого комплекса позволяет:

- наносить резист на подложки диаметром до 300 мм;
- наносить резист на поверхности отверстий диаметром 30–150 мкм и глубиной 50–500 мкм;
- получать слой резиста на боковой поверхности отверстия толщиной 1–3 мкм;
- создавать на дне отверстия слой резиста толщиной 5–10 мкм.

На рис.6 показан результат нанесения резиста на серию отверстий диаметром 75 мкм и

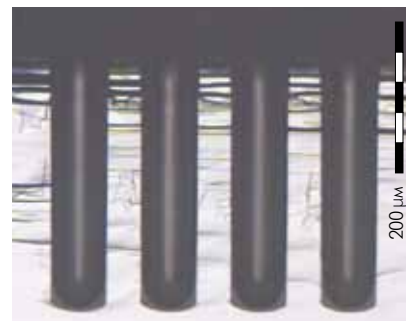


Рис.6. Серия отверстий с резистом, нанесенным по технологии NanoSpray

глубиной 400 мкм, созданных на подложке диаметром 200 мм.

Видно, что разброс толщины слоя резиста от отверстия к отверстию очень мал. При этом его толщина на боковых поверхностях составляет 2 мкм, а на дне отверстия – 7 мкм.

В целом следует отметить, что существующие промышленные методы нанесения резиста распылением позволяют реализовывать формирование межсоединений на кремнии, но накладывают ограничения на применяемые материалы:

- отношение глубины отверстия к диаметру не должно превышать 1:1;
- существует нестабильность воспроизведения процесса при увеличении глубины отверстий.

Развиваемая компанией EVGroup технология нанесения резиста методом NanoSpray позволяет существенно расширить диапазон используемых материалов, а также улучшить воспроизводимость и стабильность технологического процесса, что, в свою очередь, создает предпосылки для широкого применения технологии TSV.

Литература

1. Хохлун А. 3D-интеграция – один из возможных путей опережающего развития отечественной микроэлектроники. – Степень интеграции, 2010, № 4, с.4–6.
2. Сидоров А. Особенности нанесения фоторезиста при производстве МЭМС-устройств. – Степень интеграции, 2009, №2, с.10–12.