

УДК 621.365 (075.6)

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССА ЛАЗЕРНОЙ ПРОШИВКИ ОТВЕРСТИЙ В КРЕМНИЕВОЙ ПОДЛОЖКЕ ПРИ ФОРМИРОВАНИИ 3D СТРУКТУР

В. Л. ЛАНИН, А.И. ЛАППО, Н. Д. ЧАН

Белорусский государственный университет информатики и
радиоэлектроники
Минск, Беларусь

Электронная промышленность заинтересована в создании устройств малых размеров с высокой степенью интеграции, широким набором функций и доступных по стоимости. Эффективное решение этой задачи возможно с использованием 3D структур. Основное преимущество этих структур заключается в способности интегрировать большое число микросхем и дискретных электронных компонентов на основе различных технологий в единый корпус. В результате можно получить электронные гетеросистемы с высокой производительностью обработки цифровой информации.

Перспективным направлением реализации 3D структур является технология TSV (Through Silicon Vias – сквозные отверстия в кремнии). Лазерная прошивка отверстий – один из перспективных методов создания отверстий малых диаметров [1]. При воздействии импульсного лазерного излучения образование отверстия происходит за счет плавления и испарения материала. Для исследования процесса лазерной прошивки отверстий в кремниевой подложке использовался лазерный станок СМА 0604–В–R (Китай). Характеристика станка приведена в табл. 1.

Таблица 1 – Характеристика лазерного станка СМА 0604–В–R

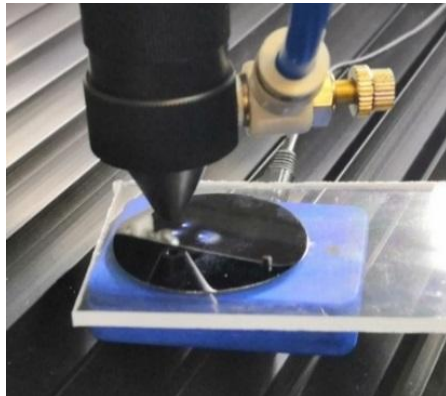
Параметры	Значение
Диаметр луча, мм	0,1
Мощность лазера, Вт	80
Расстояние до поверхности, мм	5,5
Длина волны лазера на СО ₂ , мкм	10,6
Количество импульсов до прожигания отверстия	20-21
Длительность импульса, мс	42–43, пауза – 54
Толщина кремниевой пластины, мкм	300

Конусообразность отверстий определялась по формуле:

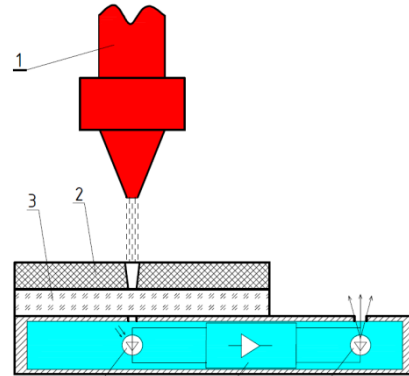
$$K = \frac{D-d}{h},$$

где D – входной диаметр отверстия, мм, d – выходной диаметр отверстия, мм, h – толщина отверстия, мм.

Внешний вид лазерной головки приведен на рис. 1,а. Время прошивки отверстий определялось с помощью фотодатчика и электронной схемы, изображенной на рис.1,б



а



б

Рис. 1. Лазерная прошивка отверстий: 1 – лазер, 2 – кремниевая подложка, 3 – оргстекло, 4 – фотодиод, 5 – модуль усилителя, 6 – светодиод

Конусообразность отверстий приведена в табл. 2.

Таблица 2. Конусообразность отверстий в кремниевой пластине

Образец	Входной диаметр, мм	Выходной диаметр, мм	Конусообразность
Пластина 300 мкм с подложкой из оргстекла	0,332	0,053	0,91
	0,38	0,075	1,02
	0,447	0,092	1,18
Пластина 300 мкм	0,249	0,126	0,41
	0,38	0,17	0,7
	0,287	0,132	0,5
	0,385	0,161	0,75

Среднее значение конусообразности отверстия при использовании подложки из оргстекла равно 1,04, а без подложки равно 0,59. Подложка предохраняет фотодиод от повреждения, но задерживает выброс продуктов испарения.

В целом, лазерная прошивка при длине волны 10,6 мкм не эффективна, потому что значение конусообразности отверстий большое и время прошивки длительное. В этом отношении целесообразно применением твердотельного лазера с длиной волны 1,06 мкм.