

Монтаж линеек лазерных диодов

В статье рассматриваются преимущества и недостатки различных технологий монтажа линеек лазерных диодов, а также приводятся рекомендации по выбору оборудования, способного обеспечить качественный технологический процесс.

Юлия Борисова

lum@euointech.ru

Линейки лазерных диодов в последние годы приобретают все больший интерес у потребителей в связи со многими уникальными свойствами, среди которых не последнее место занимает высокая мощность излучения при малых размерах. Широкое применение в различных областях науки и техники обеспечивает таким диодам устойчивый спрос. Это, например:

- обработка металлических и пластмассовых материалов и изделий;
- накачка оптических резонаторов лазеров высокой мощности;
- военное и космическое оборудование;
- медицинское оборудование;
- научно-исследовательское оборудование;
- контрольно-измерительное оборудование;
- системы освещения и иллюминации.

Особенности монтажа лазерных линеек

Основные параметры функционирования лазерных линеек, такие как мощность излучения, полный КПД, спектральные параметры излучения, надежность и срок службы, в значительной степени зависят от качества проведения операций монтажа лазерного кристалла. Для обеспечения надежной работы лазерного диода в течение длительного времени в процессе монтажа лазерного кристалла необходимо контролировать:

- Заданный температурный режим.

- Величину термоупругих напряжений в кристалле, поскольку механические напряжения в условиях повышенного разогрева лазерной структуры значительно сокращают ресурс работы лазерной линейки.

- И многие другие параметры процесса.

Также следует учитывать целый ряд факторов, из которых важнейшее значение имеют:

1. Малые размеры (рис. 1) и хрупкость материала лазерной линейки, что требует минимальных механических воздействий на компонент в процессе захвата, манипулирования и установки на теплоотвод.
2. Возможность образования дефектов сдвига (нарушение однонаправленности излучения всех лазерных линеек в матрице (рис. 2)), а также пустот припоя (что снижает надежность соединения) обуславливает необходимость контроля температурного профиля и контроля газообразной среды в процессе монтажа лазерной линейки.
3. Установка поверхностного монтажа лазерных линеек должна обеспечивать прецизионную точность установки лазерной линейки с заданным «выступом» (рис. 3). Выступ при монтаже лазерной линейки создается для исключения загрязнения излучающей поверхности лазера припоем в процессе пайки. При монтаже лазерной линейки необходимо контролировать величину выступа, так как слишком большая величина приводит к плохому охлаждению излучающей поверхности линейки.

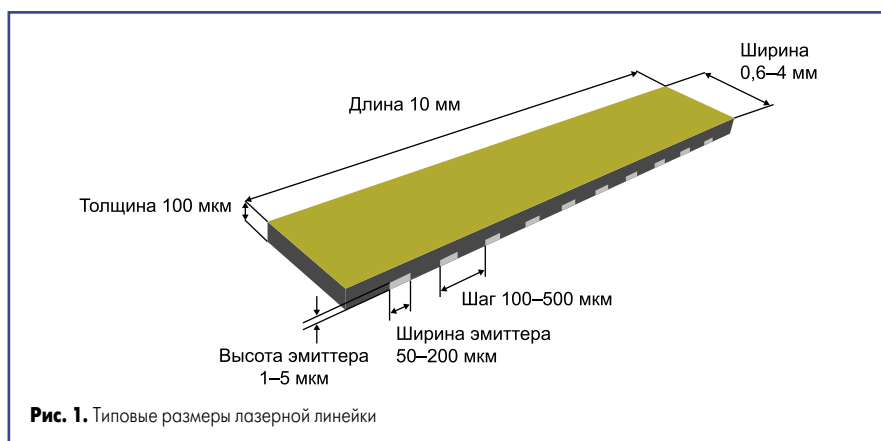


Рис. 1. Типовые размеры лазерной линейки

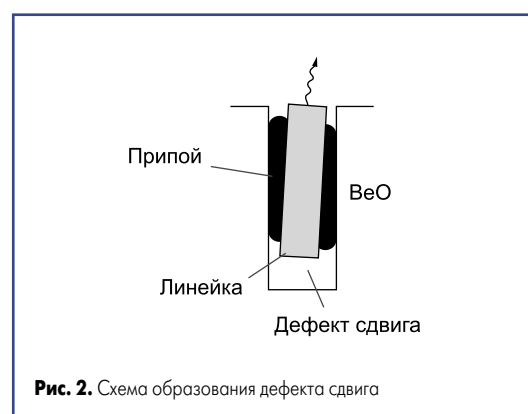


Рис. 2. Схема образования дефекта сдвига

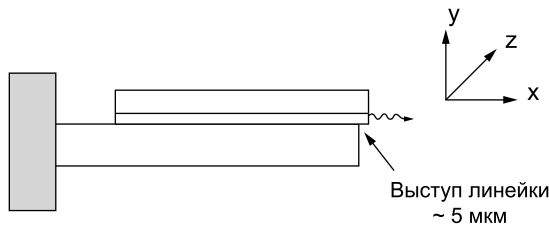


Рис. 3. Необходимый выступ лазерной линейки

Технологии монтажа лазерных линеек

В настоящее время для монтажа лазерных линеек используются, в основном, две технологии: пайка пластичным индиевым припоем и пайка эвтектическим припоем Au/Sn.

Пайка индиевым припоем

Использование индия в качестве припоя позволяет компенсировать различие в температурных коэффициентах расширения материала тепловода и собственного материала лазерной линейки в процессе оплавления, что, в свою очередь, приводит к снижению механических напряжений в паяном соединении. Благодаря своей высокой пластичности индий образует паяные соединения между лазерной линейкой и теплоотводом без пустот и трещин (рис. 4). К достоинствам пайки индием также можно отнести хорошую смачиваемость поверхности индиевым припоем.

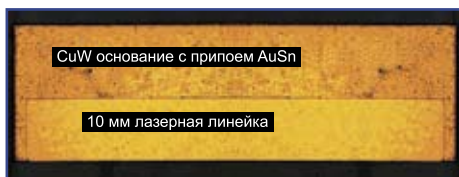


Рис. 4. Паяное соединение лазерной линейки и теплоотвода

При пайке индиевым припоем существенным для процесса пайки является удаление окисного слоя с поверхности материала припоя. Твердая оксидная пленка обладает очень высокой температурой плавления и поэтому препятствует расплавлению припоя и созданию паяного соединения. Даже тонкая пленка оксида на пластичном индии делает невозможным соединение с помощью индиевого припоя. Поэтому монтаж лазерных линеек с использованием индиевого припоя необходимо проводить в среде паров муравьиной кислоты (НСООН), которая приводит к распаду металлического соединения на поверхности индия.

Следует отметить, что сборка чипов на мягком индиевом припоем может привести к деградации лазеров из-за высокой ползучести индия. Так как уже при усилии 1,5 Н/мм² индий переходит в состояние текучести, необходимо контролировать максимальные механические нагрузки в процессе эксплуатации лазерной линейки.

Пайка эвтектическим припоем

В отличие от индиевого припоя припой «золото-олово» (Au/Sn) сравнительно твер-

дый и не портится под воздействием механических напряжений, если конструкция прибора не приводит к эластическим деформациям поверхности припоя. Соединения Au/Sn обладают очень высокой прочностью и хорошей температурной стойкостью, поэтому их можно использовать для высокотемпературных применений.

Однако в процессе пайки припоем «золото-олово» не происходит снижения механических напряжений, возникающих из-за разницы характеристик материалов теплоотво-

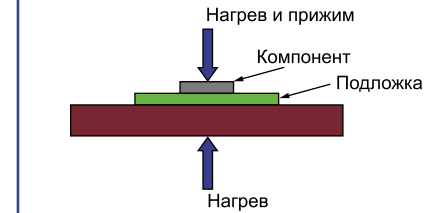


Рис. 5. Принцип пайки методом термокомпрессии

да и лазерной линейки, что может привести к трещинам и неоднородностям паяного соединения.

При пайке лазерных линеек на эвтектический припой, как правило, используется пайка методом термокомпрессии (рис. 5). Классический метод термокомпрессии представляет собой способ микросварки давлением в твердой фазе элементов, нагреваемых от внешнего источника, за счет локальных пластических деформаций в зоне сварки. При монтаже лазерных линеек классический метод

Таблица. Этапы монтажа лазерных линеек

Захват лазерной линейки		
Загрузка лазерных линеек, подложек, теплоотводов в специальные лотки-держатели (GelPak, WafflePak) для автоматического распознавания и захвата компонентов с помощью монтажной станции.	Помещение подложки/теплоотвода на нагревательный столик (модуль нагрева подложки/платы).	Захват и переворот лазерной линейки (при необходимости) с помощью модуля переворота кристалла
Позиционирование и размещение лазерной линейки		
Точное позиционирование лазерной линейки для размещения на подложке/теплоотводе с помощью системы визуального совмещения.	Аккуратное помещение лазерной линейки на подложку или непосредственно на теплоотвод	
Пайка лазерной линейки		
Задание температурного профиля пайки: предварительный нагрев, стабилизация, оплавление, охлаждение. Управление температурой осуществляется модулем нагрева подложки/платы и модулем нагрева компонента.	Оплавление припоя, контроль всех параметров процесса оплавления: температуры, усилия прижима и атмосферы (форминг-газ, пары муравьиной кислоты). При термокомпрессии необходимо использование модуля «притирка»	

термокомпрессии не применим вследствие хрупкости лазерных кристаллов. Прижим должен быть минимальным, чтобы избежать деформаций и нарушений структуры, а соединение элементов должно осуществляться за счет связующего материала. Поэтому в процессе термокомпрессионного монтажа лазерных линеек используется метод «притирки», в ходе которого монтируемый компонент «втирается» в связующий материал за счет линейных перемещений компонента с низкой частотой и регулируемой амплитудой (в десятки микрон). Использование «притирки» позволяет снизить необходимое усилие прижима для соединения компонента и подложки. Связующий материал предварительно напыляется на подложку/теплоотвод и расплавляется в процессе «притирки» лазерной линейки, либо используются преформы припоя.

Процесс монтажа лазерных линеек

Полный процесс монтажа лазерных линеек и их матриц включает в себя ряд этапов, которые для удобства восприятия сведены в таблицу.

Исходя из опыта многих зарубежных производителей, вышеуказанные технологические операции вполне успешно выполняет система FINEPLACER Pico Ma (рис. 6) производства компании Finetech (Германия). Эта система наилучшим образом подходит для монтажа лазерных линеек.

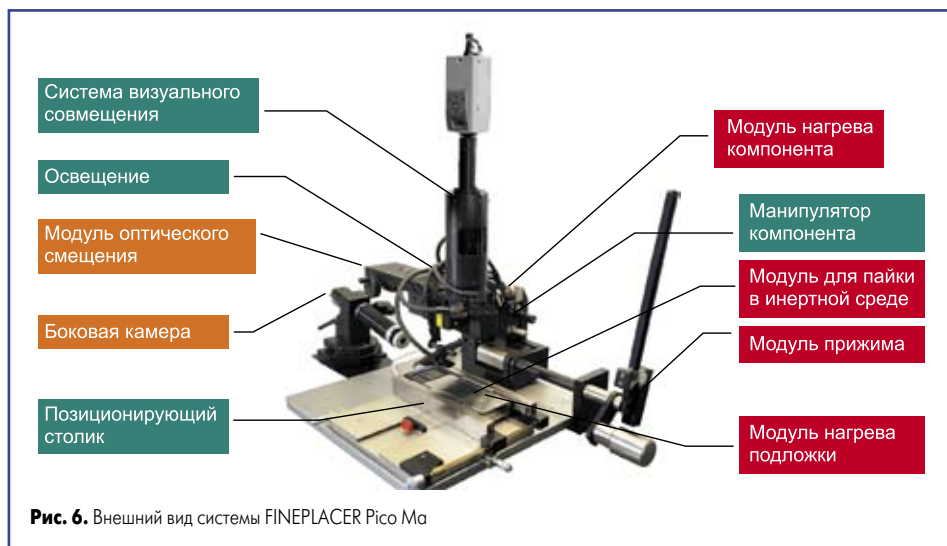


Рис. 6. Внешний вид системы FINEPLACER Pico Ma

Основные возможности установки:

- безопасный вакуумный захват лазерной линейки;
- автоматическое прецизионное позиционирование и размещение лазерной линейки с точностью монтажа до 5 мкм;
- нагрев лазерной линейки сверху (до 400 °С) с помощью модуля нагрева компонента;
- нагрев подложки/теплоотвода (до 400 °С);
- возможность использования азотно-водородной газовой смеси или паров муравьиной кислоты для удаления окисной пленки припоя в процессе пайки и улучшения качества паяного соединения;
- регулировка усилия прижима от 10 г до 50 кг;
- возможность использования «притирки» для уменьшения механических воздействий на лазерный кристалл в процессе монтажа;
- система визуального наблюдения за процессом монтажа в режиме реального времени с помощью боковой камеры;
- программное задание температурного профиля оплавления припоя, сохранение пользовательских температурных параметров, температурный контроль процесса пайки в режиме реального времени с помощью специального программного обеспечения.