

Гибкие технологические решения для монтажа компонентов в области современной силовой электроники

В статье рассматриваются нюансы технологий монтажа компонентов современной силовой электроники и приводятся эффективные методы снижения образования пустот и окислов на базе решений компании Finetech.

Юлия Борисова

lum@eurointech.ru

В области силовой и радиочастотной электроники постоянно возрастают требования к электронным компонентам, прежде всего это касается БТИЗ, ТВПЭ и мощных лазеров. Наиболее распространенные полупроводниковые материалы (такие как кремний, арсенид галлия) для высокопроизводительных приложений постепенно исчерпывают себя, а потому в отрасли все более важная роль возлагается на новые материалы — нитрид галлия (GaN), карбид кремния (SiC), сапфир или кремний.

Спектр применения нитрида галлия достаточно широк: биполярные транзисторы с изолированным затвором (БТИЗ) в отрасли силовой электроники, беспроводные технологии связи (транзисторы с высокой подвижностью электронов ТВПЭ) или микроволновые интегральные системы (МИС) для высокочастотной электроники. Кроме того, нитрид галлия активно применяется в военной и космической отрасли благодаря своим превосходным электрическим свойствам и устойчивости к нагреву и радиации.

Технологии монтажа для различных областей применения

В зависимости от специфики применения, изделия силовой электроники должны разрабатываться с уче-

том последующего воздействия на них различных нагрузок. Таким образом, во время монтажа компонентов важно обеспечить надежное термическое, электрическое и механическое соединение. При этом выбор подходящей технологии монтажа зависит от класса мощности компонентов (рис. 1). Для передачи больших потоков мощности без особых потерь в соединениях должны использоваться материалы с высокой электро- и теплопроводностью, такие как золото, серебро или медь.

Для компонентов малой и средней мощности наиболее подходящей технологией является монтаж на токопроводящие адгезивы, особенно это касается компонентов с неметализированной контактной зоной (например, нитрид галлия). Эпоксидные адгезивы с серебряным наполнением наносятся через дозатор, путем штемпелевания или непосредственного погружения компонента в адгезив, после чего происходит процесс отверждения, образуется надежное соединение.

Фактическим стандартом для монтажа компонентов силовой электроники среднего и высокого класса мощности является эвтектическая пайка, в основном с применением припоя на базе сплава золото-олово. Такие припои обладают особой прочностью и хорошо подходят для сборки изделий электроники, к которым предъявляются повышенные требования, что актуально в автомобильной и аэрокосмической сфере, в медицине, оборонной промышленности, а также во многих приложениях «на открытом воздухе».

Для изделий, работающих в условиях высоких температур, предпочтительным методом монтажа считается пекание. Ранее для монтажа компонентов таких изделий, как правило, предназначалась дорогостоящая серебряная паста, но в последнее время используется диффузионная пайка с применением наночастиц и специальной фольги. Добавление наночастиц серебра в припой позволяет снизить температуру плавления припоя при сборке изделия и повысить термостойкость полученного соединения в процессе его эксплуатации. Серебросодержащая фольга (рис. 2) обеспечивает равномерное соединение по всей длине без существенных пустот и благодаря «сухой» основе процесса хорошо подходит для монтажа оптических компонентов, например мощных лазеров.

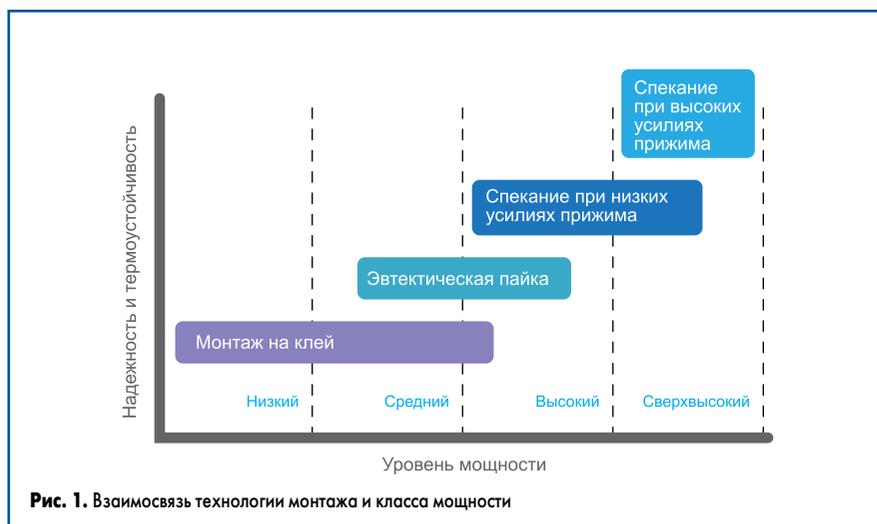


Рис. 1. Взаимосвязь технологии монтажа и класса мощности

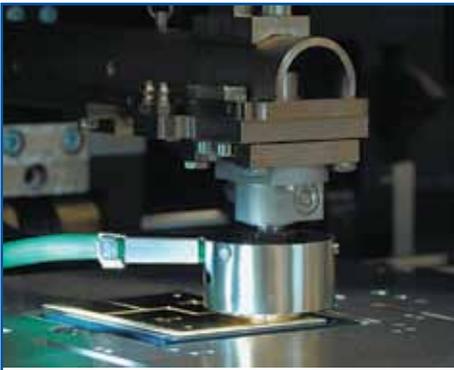


Рис. 2. Спекание с использованием серебрянодержательной фольги на установке FINEPLACER sigma с усилием прижима до 1000 Н

В последнее время все чаще используют пасты с медными наночастицами, которые экономически более выгодны по сравнению с серебрянодержательными пастами.

Эффективные методы снижения образования пустот и окислов

Нередко в процессе монтажа компонентов в паяном соединении образуются пустоты и окислы. Такие дефекты негативно влияют на качество получаемых изделий. К примеру, наличие пустот в паяном соединении снижает теплопередачу, поскольку пустоты являются хорошим изолятором. В процессе эксплуатации изделия силовой электроники и его нагрева вырабатываемая тепловая энергия будет от-

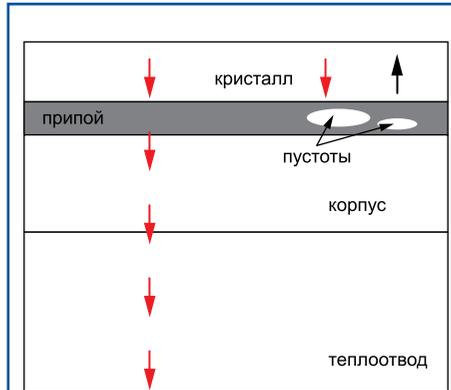


Рис. 3. Влияние пустот в паяном соединении кристалла и корпуса на теплопередачу

ражаться обратно, если в паяном соединении много пустот (рис. 3), и лишь малая ее часть достигнет теплоотвода. Это может вызвать перегрев кристалла и выход из строя всего изделия. Кроме того, в процессе нагрева припой может окисляться, что приводит к ухудшению качества соединения припоя с материалом компонента и корпуса.

Поэтому главная задача всех технологий монтажа — предотвращение возникновения пустот в паяном соединении, загрязнений и окислений, чтобы обеспечить прочные и долговременные соединения с хорошей электро- и теплопроводностью. Для решения этой задачи компания Finetech, один из ведущих мировых производителей оборудования для инновационных решений в сфере микро-

Монтажные установки Finetech

Ручные и автоматические монтажные установки FINEPLACER компании Finetech, разработанные как для научных лабораторий, так и для производства, предоставляют необходимую гибкость для всех видов монтажа в сфере силовой электроники. В случае появления новых технологий их можно легко интегрировать в систему FINEPLACER благодаря открытой архитектуре и модульности самой платформы, что делает монтажные установки FINEPLACER надежным инвестиционным вложением в будущее.

На монтажной установке FINEPLACER все параметры (температура, усилие прижима, время или расход газа) управляются при помощи интегрированного программного обеспечения, позволяющего динамически вносить изменения в ходе процесса. В дальнейшем разработанные процессы могут быть использованы и на других установках — и в лабораторной, и в производственной среде.

монтажа, разработала специальные модульные решения. Так, при работе со сплавом золото-олово необходимо использовать защитный газ, что позволит избежать возникновения окислительных процессов. С помощью такого газа можно проводить бесфлюсовую пайку и свести к минимуму риск загрязнения, что особенно важно для монтажа оптических компонентов, например мощных лазеров. Нагреваемые рабочие столики установок компании Finetech обладают возможностью подключения инертного газа, форминг-газа и азота, насыщенного парами муравьиной кислоты (в сочетании с модулем муравьиной кислоты) для подачи защитной среды в область пайки в процессе монтажа.

Альтернативный метод проведения бесфлюсовой пайки, обеспечивающий получение надежных соединений без пустот, — это пайка в вакууме. Компания Finetech создала встраиваемый модуль вакуумной камеры для работы на монтажной установке в условиях как низкого, так и высокого вакуума (рис. 4). Использование такой камеры позволяет проводить высокоточное совмещение, прижим и вакуумную пайку компонента в одном цикле на одной установке. Благодаря вакууму получаемые соединения практически не имеют пустот, что немаловажно для процессов спекания. Так, использование модуля вакуумной камеры при эвтектической пайке кристаллов на установках FINEPLACER (Al_2O_3 , металлизация TiW + гальв. Au 6 мкм; преформы AuSn 80/20) позволило значительно снизить количество пустот в паяном шве по сравнению с пайкой в среде аргона (рис. 5).

Установки FINEPLACER могут быть оснащены модулем «притирки», применение которого в процессе эвтектической пайки позволяет механически очистить оксидные пленки на контактных поверхностях, уменьшить количество пустот, улучшить смачиваемость соединяемых поверхностей и облегчить прецизионное выравнивание компонентов. При этом метод «притирки» не влияет на точность монтажа компонентов.



Рис. 4. Установка FINEPLACER sigma с интегрированным модулем вакуумной камеры

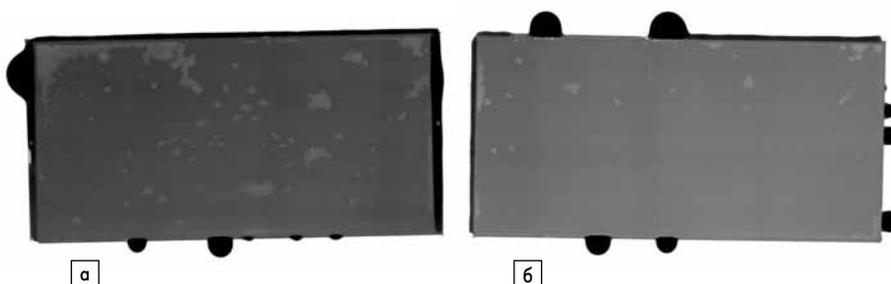


Рис. 5. Количество пустот в паяном соединении: а) при пайке в инертной среде; б) в вакууме 10^{-2} мбар