

ТЕХПОДДЕРЖКА

Не в серебре счастье: новый бессвинцовый сплав SAC[®]m



Текст: Денис Поцелуев



Сегодня интерес в России к бессвинцовой технологии набирает темпы. Все четче обрисовываются ее контуры, и не за горами этап международной стандартизации. Переход на бессвинцовую технологию вызван не только введением ряда законодательных актов, прежде всего, Директивы RoHS и Регламента REACH. Так, в стратегии развития электронной отрасли России до 2025 года предусматривается решение ряда вопросов, связанных с бессвинцовыми технологиями. Российские производители зачастую вынуждены переходить на бессвинцовую элементную базу и материалы, поскольку ряд компонентов уже не поставляется в исполнении с содержанием свинца. Эти и другие факторы вызывают повышенный интерес отечественных предприятий к бессвинцовым материалам.

В бессвинцовой технологии часто используют сплавы Sn/Ag/Cu (олово/серебро/медь или иначе SAC-сплав), хотя возможно применение и других сплавов, содержащих, например, висмут, индий и другие элементы. Сплавы с высоким содержанием серебра (SAC305, SAC387, SAC405) применяются там, где важна устойчивость к термоциклированию. Однако это обуславливает непрочность паяных соединений при ударных нагрузках и в дополнение высокую стоимость и длительные сроки поставки. Сплавы с низким содержанием серебра (SAC105, SAC0307) обладают хорошей ударопрочностью, привлекают ценой, но неприемлемы при использовании в изделиях, где важна устойчивость к термическому циклированию (рис. 1, 2). Идеальным решением был бы сплав, сочетающий в себе лучшие характеристики: высокую ударопрочность, устойчивость к термоциклированию, привлекательную стоимость. И такой сплав существует.

Среди многих отличий бессвинцовых сплавов от свинцовых можно выделить два основных: устойчивость к ударным нагрузкам и температурным перепадам или термоциклирование. Свинцовые сплавы отличаются высокими показателями по обоим характеристикам, в то время как бессвинцовые лишь по одной – в зависимости от количества серебра.

В результате многочисленных исследований инженерами компании Indium Corporation был разработан бессвинцовый сплав SACm® (98.5Sn/0.5Ag/1Cu/0.05Mn) 1. Легирование марганцем существенно улучшило стойкость к ударным нагрузкам и температурной усталости, а меньшее содержание серебра позволило сохранить привлекательную стоимость. Далее кратко рассмотрим и проанализируем результаты испытаний сплава SACm® на примере паяльных паст Indium.

Для подтверждения характеристик сплава были проведены следующие испытания:

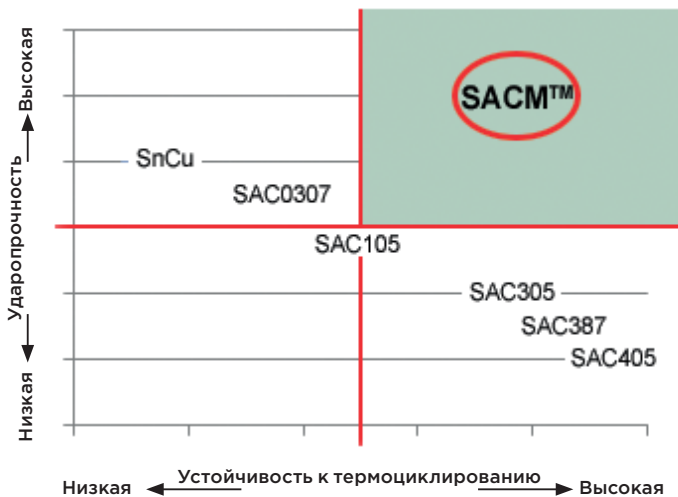
- ударные испытания JEDEC 22B111;
- испытания на динамический изгиб (DBT);
- испытания термического циклирования по IPC-9701 (TCT).

Для сравнительных испытаний использовалась бессвинцовая паяльная паста Indium со сплавами SAC105, SAC305 и SACm®, тип 4. Более подробно с методикой проведения испытаний можно ознакомиться в статье Ning-Cheng Lee «The Second Generation Shock Resistant and Thermally-Reliable Low Ag SAC Solder with Mn», а также на сайте www.indium.com//SACm/.

Далее представлены результаты испытаний.

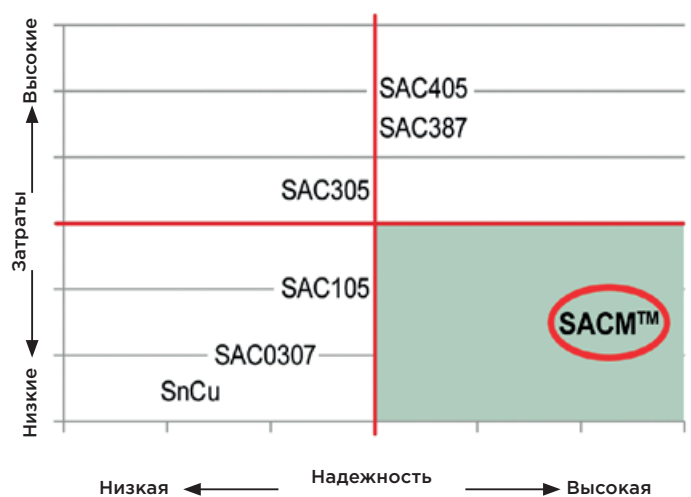
На рис. 3 приведены сравнительные результаты ударных испытаний (JEDEC 22B111), которые показывают, что сплав SACm® проявил гораздо большую устойчивость к ударным нагрузкам по сравнению с остальными сплавами, в два раза превзойдя сплав SAC305 и в 1,5 раза сплавы SAC105 и SnPb. Известно, что твердость сплава обусловлена количеством в нем серебра. Именно поэтому более мягкий сплав обеспечивает лучшие результаты ударного испытания благодаря своей способности сокращать степень деформации и поглощать энергию ударной волны. Незначительное количество марганца в сплаве SACm® вызывает небольшое увеличение твердости, воздействие которого крайне незначительно.

Основой испытаний на динамический изгиб (DBT) послужила методика компании Моторола для измерения характера нарушений надежности сборки печатных узлов мобильных устройств. Результаты испытаний показывают явное превосходство сплава SACm® над SAC105 по устойчивости к ударным нагрузкам более чем в два раза.



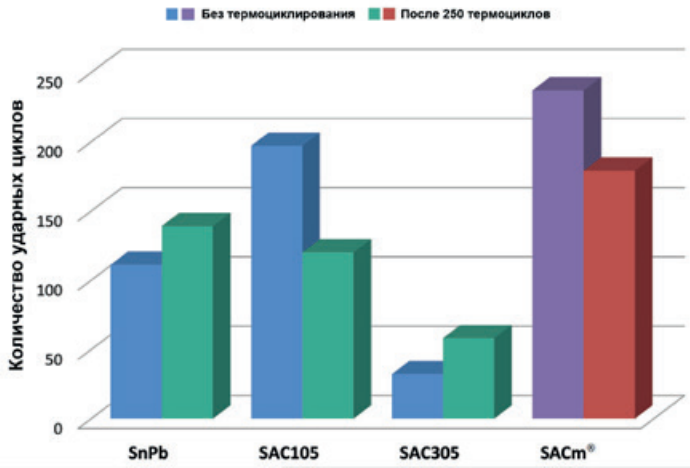
1

Сравнительная характеристика бессвинцовых сплавов по ударопрочности и термоциклированию



2

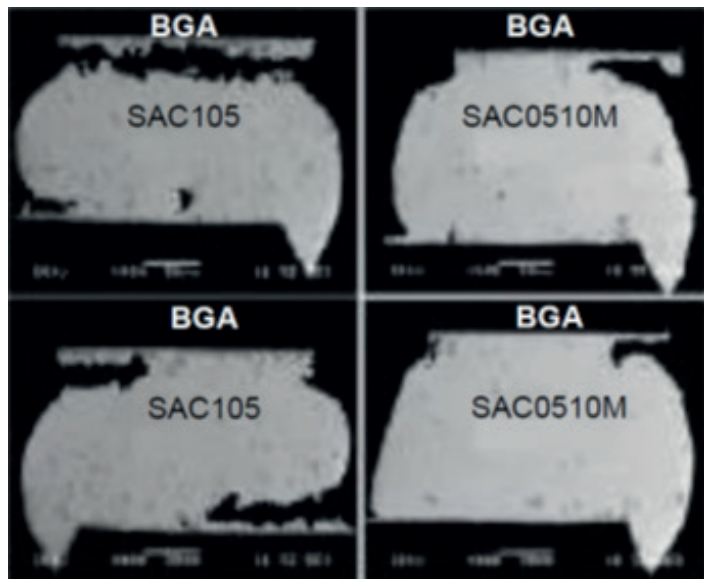
Сравнительная ценовая характеристика бессвинцовых сплавов



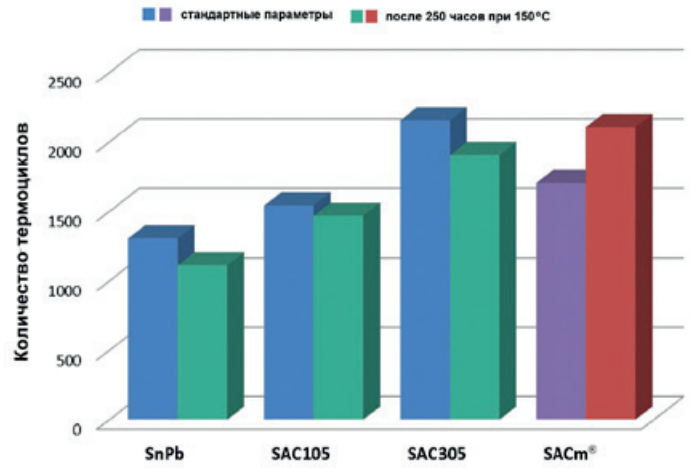
3 Ударные испытания JEDEC

В испытаниях на воздействие циклических изменений температуры (ТСТ) участвовали тестовые платы с тремя бессвинцовыми сплавами: SAC105, SAC305 и SACm® и одна плата со сплавом олово/свинец. Стандартные параметры термоциклирования: от -40 до +125 °С, 42 мин./цикл, выдержка 10 мин. Сводные данные приведены на рис. 4. По результатам испытаний видно, что устойчивость сплава SACm® превосходит сплав SAC305 и на 40 % выше сплавов SAC105 и SnPb. На рис. 5 изображены паяные соединения после 1 000 термоциклов с припоями SAC105 и SACm®. Очевидно, что разрушение соединений сплава SAC105 выражено более ярко, чем сплава SACm®.

Резюмируя итоги испытаний, можно с уверенностью утверждать, что припой 98.5Sn/0.5Ag/1Cu/0.05Mn (SACm®) в несколько раз превосходит бессвинцовые припои с низким содержанием серебра (SAC105, SAC0307) по такой характеристике, как ударопрочность, и сопоставим со сплавами с высоким содержанием се-



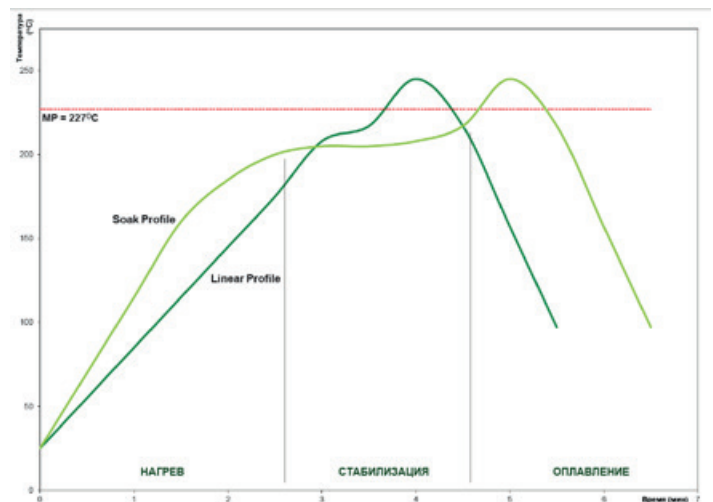
5 Изображение паяных соединений после 1000 термоциклов



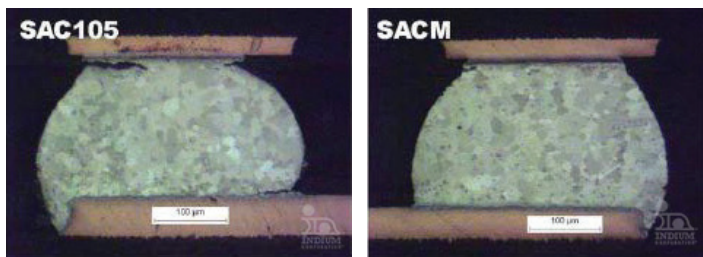
4 Испытания на термоциклирование (ТСТ)

ребра (SAC305, SAC387, SAC405) по показателю устойчивость к термоциклированию. При этом характеристики плавления такие же, как у большинства бессвинцовых сплавов (рис. 6).

Несмотря на все еще небольшую востребованность бессвинцовых паяльных материалов в России, паяльные пасты со сплавом SACm® уже нашли свое применение на отечественных производствах. Так, один из ведущих российских разработчиков и производителей светодиодных модулей успешно внедрил и применяет паяльную пасту Indium 8.9 HF SAC0510M (сплав SACm®): «Внедрение этой пасты позволило увеличить жизненный цикл паяного соединения, что особенно критично для светодиодных светильников наружного применения, подверженных термоциклированию и ударным нагрузкам при многократных включениях и отключениях». В сравнительных испытаниях на производстве паяльная паста со сплавом SACm® показала себя лучше, чем сплав SAC105, у которого в местах сильных механиче-



6 Профиль оплавления бессвинцовой паяльной пасты Indium 8.9 HF SAC0510M



7
Паяные соединения сплавов SAC105 и SACm после термоциклирования

ских напряжений были заметны микротрещины и расслоения, что, возможно, говорит о менее гибком и вязком составе сплава SAC105 (рис. 7). Отличительными особенностями паяльной пасты 8.9 HF SAC0510M также являются хорошее смачивание на окисленных поверхностях, высокая эффективность печати даже при малых размерах апертуры (<0,66AR), долгий срок жизни на трафарете (до 60 часов при влажности 30-60 % и температуре 22-28 °C). Увеличенный до 12 месяцев срок годности позволяет оптимизировать складские запасы и минимизировать риски при перерывах в производстве.

На основании приведенных в статье результатов исследований можно утверждать, что бессвинцовый сплав SACm® (98.5Sn/0.5Ag/1Cu/0.05Mn) является прекрасной альтернативой сплавам с высоким содержанием серебра, превосходя их по характеристикам. Дополнительное преимущество сплава – его стоимость, так как в существующих условиях экономическая составляющая играет одну из определяющих ролей при выборе технологических материалов. Благодаря низкому содержанию серебра в сплаве SACm® (0,5 %) разница в стоимости по сравнению со сплавом SAC305 может составлять до 80 %.

При этом также следует рассматривать не только стоимость за единицу измерения, но и технологические особенности и ряд других факторов, косвенно влияющих на итоговую стоимость продукции. Последнее больше касается поставщика материалов, куда можно отнести технологическую поддержку и наличие опыта внедрения бессвинцовой технологии в существующий процесс, проведение испытаний, стабильность поставок, складской запас, легальность импорта (особенно если

T 1
Сравнение основных свойств сплавов семейства SAC

	SACm®	SAC105	SAC305
Температура плавления			
Солидус, °C	217	217	217
Ликвидус, °C	226	225	220
Прочность на разрыв (PSI)	5625	5640	7200
Предел прочности на растяжение (PSI)	3590	3359	5289
Модуль Юнга (KSI)	2110	2150	2410
Относительное удлинение, %	15,7	13,4	19,3

речь идет о материалах с содержанием серебра выше 2 %, т.к. для них требуется акцизная таможня).

В поверхностном монтаже при внедрении бессвинцовой технологии роль паяльных материалов особенно велика, ведь они оказывают определяющее влияние и на качество изделия, и на эффективность производства, и на себестоимость продукции. Для проведения всех необходимых испытаний требуется комплекс совместимых технологических материалов для подтверждения их эффективности, поэтому особенно важно выбирать поставщика и партнера, обладающего необходимыми знаниями и ресурсами в этой области.

На сегодняшний день сплав SACm® компании Indium является революционным сплавом в линейке бессвинцовых технологических материалов благодаря сочетанию выдающихся характеристик и стоимости. Применение материалов со сплавом SACm® позволит повысить конкурентоспособность производства и обеспечить качественный результат.

В наличии и доступна для заказа бессвинцовая паяльная паста со сплавом SACm® Indium 8.9HF, тип 4. Специалисты ООО «Остек-Интегра» готовы оказывать техническую поддержку и принять участие в испытаниях. Заявки на заказ и проведение испытаний направляйте по электронной почте materials@ostec-group.ru или по телефону 8 (495) 788-44-44, ООО «Остек-Интегра».

Список использованной литературы

1. Lee N-C., «The Second Generation Shock Resistant and Thermally-Reliable Low Ag SAC Solder with Mn»
2. Материалы с сайта www.indium.com
3. JEDEC STANDARD JESD22-B111, Board Level Drop Test Method of Components for Handheld Electronic Products, July 2003
4. Стандарт IPC-9701A, методы испытания эксплуатационных характеристик и требования по проверке для паяных соединений поверхностного монтажа
5. Стратегия развития электронной промышленности России на период до 2025 года, утвержденная приказом министерства промышленности и энергетики от 07.08.2011 N 311