

Особенности применения электронных компонентов, не содержащих свинца (Pb-free)

Александр Кратыко (г. Минск, Белоруссия)

Рассмотрены вопросы применения электронных компонентов без содержания свинца (Pb-free). Даны рекомендации по автоматической и ручной пайке, освещены некоторые проблемы, возникающие при переходе на новые технологии.

ПОЧЕМУ И ЗАЧЕМ ОНИ ПОЯВИЛИСЬ?

Начало всему положила директива 2002/95/ЕС Евросоюза, ограничивающая использование опасных химических соединений в промышленной электронной продукции [1]. Согласно этой директиве, известной ныне под аббревиатурой RoHS (Restriction of Hazardous Substances – запрет вредных веществ), с 1 июля 2006 г. запрещается использование в новой электронной технике многих опасных для здоровья и окружающей среды материалов. Директивы аналогичного содержания приняли Китай, Япония и некоторые штаты США (в том числе «колыбель» Кремниевой долины – Калифорния). В число таких материалов входят ртуть, кадмий, шестивалентный хром, но основным материалом, из-за которого и разгорелся весь сыр-бор, явился свинец, который входит в состав традиционных оловянно-свинцовых припоев, используемых в том числе в качестве покрытия выводов электронных компонентов. В данной статье мы не будем оценивать эффективность такого решения (по данным Американского геологического общества, менее 1% используемого в промышленности свинца расходуется на цели электронной промышленности [2], более того – многие Pb-free-припой намного токсичнее впавшего в немилость оловянно-свинцового собрата) и его экономические последствия. Рассмотрим лишь технические аспекты, с которыми предстоит столкнуться разработчикам и производителям электронной техники. Развитием экологического направления в электронной индустрии является (де-фак-

то) стандарт Green. Вдобавок к требованиям RoHS, он запрещает использование галогенов (бром, хлор и т.д.), что на практике приводит к использованию других материалов корпусов интегральных микросхем и других вспомогательных веществ (клеи и т.д.). Несмотря на то что официальный стандарт Green на данный момент отсутствует, ведущие производители выработали общие критерии, которых собираются придерживаться.

КОГО ЭТО КОСНЁТСЯ?

Практически всех разработчиков и производителей электронной техники! В первую очередь, конечно, следует задуматься тем из них, кто экспортирует продукцию в вышеперечисленные страны. У них осталось меньше года для того, чтобы полностью «вывести» свинец из состава изделий. Однако не следует думать, что остальных данная проблема не затронет. Такие крупные фирмы – производители интегральных микросхем, как Texas Instruments, AMD, Fairchild Semiconductor, Philips и многие другие планируют полностью перейти на бессвинцовые технологии в самое ближайшее время. Компоненты, выполненные по традиционной технологии, будут доступны только под заказ. Об этом же сообщают производители дискретных полупроводников (ON Semiconductors, Vishay). Не отстают и производители пассивных компонентов – один из крупнейших мировых производителей Samsung Electro-Mechanic на данный момент практически полностью перешёл на новые технологии. В связи с этим использование компонентов, не

содержащих свинца во всей выпускаемой продукции, – это вопрос ближайшего времени для всех производителей электроники.

ЧТО ВЗАМЕН СВИНЦА?

На данный момент среди производителей электронных компонентов нет единодушия в этом вопросе. В качестве альтернативы покрытиям выводов, содержащим свинец, наиболее часто используется чистое олово (Sn), сплавы олова и висмута (Sn–Bi) (в настоящее время используется всё реже) и многослойное покрытие золотом, палладием и никелем (Au–Pd–Ni). В качестве материала для изготовления выводов микросхем в корпусе Ball Grid Array (BGA) наиболее часто используется сплав олова, серебра и меди (Sn–Ag–Cu). Этот же материал наряду со сплавом олова и меди (Sn–Cu) является наиболее популярным бессвинцовым припоем. Строго говоря, данные материалы были известны и ранее, но серьёзно проигрывали в популярности традиционному сплаву олово–свинец (Pb–Sn). Например, покрытие Au–Pd–Ni впервые было использовано фирмой Texas Instruments в 1989 г., и с тех пор ею выпущено несколько миллионов компонентов с таким покрытием. Кроме этого, претерпевают изменения и покрытия самих печатных плат, для которых всё чаще используются золото (обычно с промежуточным слоем никеля), чистое олово, серебро и даже органические материалы. Такое разнообразие материалов, нередко усугубляемое необходимостью использования на одной печатной плате как компонентов, произведённых по традиционной технологии, так и бессвинцовых элементов, вызывает много вопросов по корректной технологии пайки и выбору припоев у разработчиков и производителей электроники. Учитывая всё больший рост в процентном соотношении компонентов без содержа-

ния свинца (в том числе и на отечественном рынке), в данной статье мы постараемся осветить хотя бы часть этих вопросов.

КАК РАСПОЗНАТЬ Pb-FREE-КОМПОНЕНТ?

Как и в вопросе выбора материалов на замену оловянно-свинцовому припою, здесь среди производителей

нет однозначности. В таблице 1 приведены примеры новых обозначений, используемых основными производителями интегральных микросхем.

Кроме перечисленных выше изменений в наименованиях, большинство фирм-производителей помещают утверждённый стандартом JEDEC [3] символ на упаковку (см. рис. 1).

Встречаются также нестандартные маркировки, но все они содержат надпись Pb-free или Lead-free, означающую отсутствие свинца.

КАК ИХ ПАЯТЬ?

Прежде всего, следует развеять наиболее часто встречающееся среди разработчиков и производителей электронной техники заблуждение,

Таблица 1. Примеры новых обозначений, используемых ведущими производителями интегральных микросхем

Фирма-производитель	Тип микросхем	Используемый материал выводов Pb-free	Обозначение Pb-free-компонентов	Пример обозначения	
				старое	новое
Texas Instruments	В корпусе BGA	Сплав Sn-Ag-Cu	Буква Z в обозначении корпуса	OPA2347YEDR	OPA2347YZDR
	В других корпусах	Au-Pd-Ni	Добавление индексов G4, E4 (и др. определяемых стандартом JEDEC ¹) в обозначении	MSP430F149IPM	MSP430F149IPMG4
Atmel	Коммерческого температурного диапазона	Чистое олово или Au-Pd-Ni	Индексы L (покрытие оловом), G (покрытие Ni-Pd-Au), X (Green) взамен индекса C в обозначении		
	Индустриального температурного диапазона		Индексы J (покрытие оловом), H (покрытие Ni-Pd-Au), U (Green) взамен индекса I в обозначении	ATMEGA64L-8MI	ATMEGA64L-8MU
	Повышенной стойкости		Индексы N (покрытие оловом), P (покрытие Ni-Pd-Au), Q (Green) взамен индекса E в обозначении		
	Автомобильного температурного диапазона (до 125°C)		Индексы K (покрытие оловом), R (покрытие Ni-Pd-Au), Z (Green) взамен индекса A в обозначении		
	Автомобильного температурного диапазона		Индекс T (Green) в обозначении		
	Все		Добавление индексов Y или W	TDA4470-MFL	TDA4470-MFLY
Fujitsu Microelectronics	Все	Сплав олова и висмута Sn-Bi, сплав Sn-Ag-Cu для корпусов BGA	Добавление индекса E1 в конце обозначения	MB90F548GSPF-G	MB90F548GSPF-GE1
Maxim/Dallas		Чистое олово	Знак «+» в обозначении ²	MAX3095EEE-T	MAX3095EEE+T
Philips	Все	Чистое олово или Au-Pd-Ni, сплав Sn-Ag-Cu для корпусов BGA	Нет изменений ³		
National Semiconductor	Все	Чистое олово, сплав Sn-Ag-Cu для корпусов BGA	Добавление индекса NOPB в конце обозначения	LM324AM	LM324AM NOPB
Toshiba Semiconductor	Микросхемы памяти	Чистое олово, чистое золото, Au-Pd-Ni, сплав Sn-Ag-Cu, сплав Sn-Ag	Буква G в обозначении корпуса	TC58128AFT	TC58128ATG
	Дискретные полупроводники ⁴		Добавление индекса F в конце обозначения для изделий без свинца или индекса Q для изделий с бессвинцовым покрытием	TC51WHM516AXBN	TC51WHM516AXGN
	Другие интегральные микросхемы ⁴				
Analog Devices	Все ⁴	Чистое олово, сплав Sn-Ag-Cu для корпусов BGA	Добавление индекса Z в конце обозначения	ADM1024ARU-REEL	ADM1024ARUZ-REEL
				AD648KR	AD648KRZ
				AD7528KP-REEL7	AD7528KPZ-REEL7
				ADP3522ACP-1.8-RL7	ADP3522ACPZ-1.8-RL7

¹В соответствии со стандартом JEDEC [3] приняты следующие аббревиатуры в наименованиях компонентов:

- E1 – выводы покрыты сплавом олова, серебра и меди (Sn-Ag-Cu), кроме перечисленных в категории E2;
- E2 – выводы покрыты сплавами олова (Sn), не содержащими висмут (Bi) и цинк (Zn), кроме сплава Sn-Ag-Cu;
- E3 – выводы покрыты оловом (Sn);
- E4 – выводы покрыты драгоценными металлами (серебром (Ag), золотом (Au), палладием и никелем (Ni-Pd), палладием, никелем и золотом (Ni-Pd-Au) и не содержат олова);
- E5 – выводы покрыты сплавами олова и цинка (Sn-Zn, Sn-Znx) (не содержит висмута (Bi));
- E6 – содержит висмут (Bi);
- E7 – выводы покрыты низкотемпературным припоем (температура плавления менее 150°C), содержащими индий (не содержат висмута (Bi)).

²Кроме этого, знаком «+» обозначается первый вывод микросхем.

³Изменения касаются кода заказа (order code).

⁴Изменения не касаются микросхем, изначально выпускаемых как Lead-free.



Рис. 1. Маркировка упаковки компонентов, не содержащих свинца

что компоненты, не содержащие свинца, требуют специальных припоев и технологий пайки. В данном вопросе все ведущие производители единодушны – большинство Pb-free-компонентов полностью совместимы со стандартными технологиями пайки оловянно-свинцовыми припоями. Исключения из этого правила – микросхемы в корпусах Ball Grid Array (BGA) и с редко встречающимися покрытиями выводов с использо-

ванием висмута (материал покрытия выводов конкретного электронного компонента, как правило, указан на сайте производителя). Более того – совместимость с требованиями RoHS, равно как и знак Pb-free вообще, не означают, что элемент можно паять бессвинцовыми припоями, т.к. большинство из них имеют повышенную температуру плавления. Этот факт отдельно оговаривается в документации на элемент (см. максимально допустимую температуру пайки). Использовать технологии пайки без свинца придётся лишь в том случае, если продукция должна соответствовать требованиям директивы RoHS. В таблице 2 приведены различные комбинации материалов выводов и технологий пайки с указанием возможных проблем и несовместимости.

Как видно из таблицы, традиционная технология пайки с использова-

нием оловянно-свинцовых припоев полностью совместима с новыми Pb-free компонентами (за исключением интегральных микросхем в корпусах BGA и редко используемых покрытий с использованием висмута). Интегральные микросхемы с многослойным покрытием выводов золотом, палладием и никелем (Au–Pd–Ni) (этот материал выбран в качестве основного, к примеру, фирмами Texas Instruments и STMicroelectronics) имеют наименьшую вероятность несовместимости с технологией пайки. В таблице 3 приведён краткий обзор наиболее популярных припоев для традиционной и Pb-free-технологий.

К сожалению, практически все припой, имеющие температуру плавления, близкую к 183°C (температура плавления традиционного оловянно-свинцового припоя), имеют серьёзные недостатки. В эту группу входят

Таблица 2. Комбинации материалов выводов и технологий пайки и их совместимость

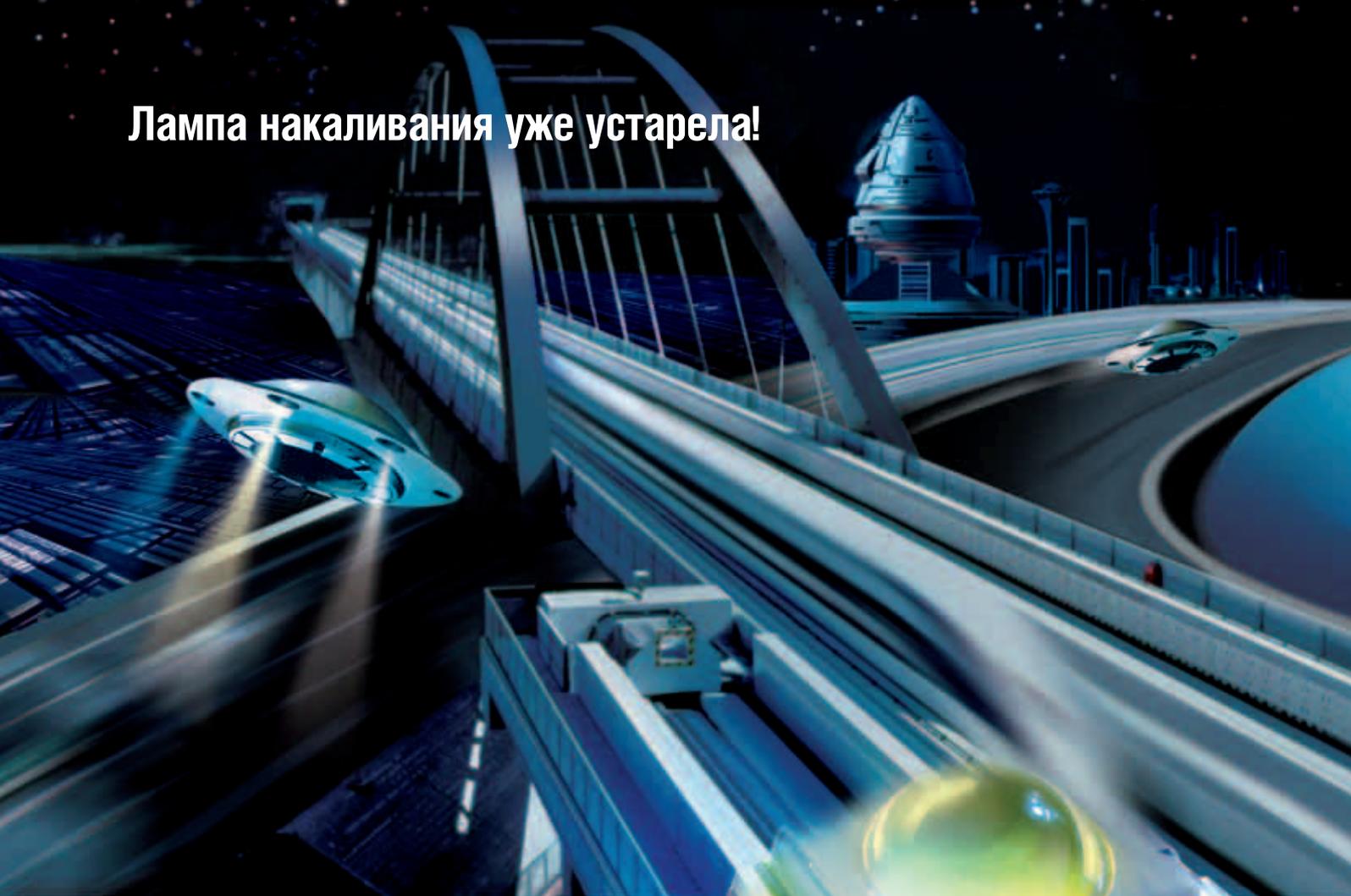
Тип корпуса	Технология пайки ¹	Покрытие выводов	Возможные проблемы
С выводами	Традиционная, оловянно-свинцовый припой	Олово/свинец	Нет
		Чистое олово (Pb-free)	Нет
		Золото–палладий–никель (Au–Pd–Ni) (Pb-free)	Нет
		Сплав олова и висмута (Pb-free)	Плохое качество пайки из-за реакции со свинцом
	Высокотемпературная, бессвинцовый припой	Олово/свинец	Присутствие висмута (Bi) в паяльной пасте может вызвать реакцию со свинцом, что приведёт к плохому качеству пайки. Вероятность расслоения под воздействием высоких температур
		Чистое олово (Pb-free)	Нет
		Золото–палладий–никель (Au–Pd–Ni) (Pb-free)	Нет
		Сплав олова и висмута (Pb-free)	Нет
BGA	Традиционная, оловянно-свинцовый припой	Олово/свинец	Нет
		Сплав Sn–Ag–Cu (Pb-free)	Требуется повышение температуры пайки, возможно преждевременное старение паек и непрой
CSP	Высокотемпературная, бессвинцовый припой	Олово/свинец	Вероятны дефекты
		Сплав Sn–Ag–Cu (Pb-free)	Нет

¹Стандартные температурные «профили» для традиционной технологии и высокотемпературной технологии с использованием бессвинцовых припоев приведены в стандарте JEDEC [4]. Ещё раз обращаем ваше внимание – совместимость со стандартом Pb-free не означает совместимости с высокотемпературной технологией пайки!

Таблица 3. Основные типы припоев, используемых в электронной промышленности, и их особенности

Название	Состав	Особенности
Bi–Sn	58% висмут, 42% олово	Низкотемпературный. Точка плавления 138°C; слабая прочность пайки, особенно при термоциклировании; совместим с выводами, покрытыми чистым оловом; сравнительно низкая стоимость
Sn–Pb («традиционный»)	60% олово, 40% свинец	Общего применения; точка плавления 183°C; совместим с выводами, покрытыми чистым оловом; блестящий; низкая цена
SAC	96,5% олово, 3% серебро, 0,5% медь (содержание меди может незначительно отличаться)	Наиболее популярный Pb-free-припой, совместим с традиционными оловянно-свинцовыми покрытиями и покрытием чистым оловом; точка плавления 219°C; матовый
Sn–Ag	96,5% олово, 3,5% серебро	Точка плавления 221°C; совместим с выводами, покрытыми чистым оловом; несовместим с традиционными оловянно-свинцовыми покрытиями
Sn–Cu	99,3% олово, 0,7% медь	Совместим с традиционными оловянно-свинцовыми покрытиями и покрытием чистым оловом; точка плавления 227°C; матовый; низкая стоимость; невысокие механические параметры
Sn	Олово >98%	Совместим с традиционными оловянно-свинцовыми покрытиями и покрытием чистым оловом; точка плавления 232°C; блестящий; не переносит эксплуатации при низких температурах
Sn–Pb (высокотемпературный)	95% свинец, 5% олово	Совместим с традиционными оловянно-свинцовыми покрытиями и покрытием чистым оловом; используется для корпусов типа Flip-Chip и BGA; точка плавления около 300°C

Лампа накаливания уже устарела!



Готовое решение: твердотельный источник света **XLamp™**

ОСНОВНЫЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ЛАМП XLAMP™

- Светоотдача до 87 лм
- Рабочий ток 350 мА
- Мощность 1 Вт

ОБЛАСТИ ПРИМЕНЕНИЯ

- Аварийно-спасательное оборудование
- Системы обеспечения жизнедеятельности
- Взрывоопасные производства
- Химическая промышленность
- Медицина
- Транспорт



Управляющий контроллер Полимерные линзы Кластер из 7 ламп



ПРОСОФТ – официальный дистрибьютор компании CREE в России и странах СНГ

PROSOFT®

ПРОСОФТ – АКТИВНЫЙ КОМПОНЕНТ ВАШЕГО БИЗНЕСА

Телефон: (095) 234-0636 • E-mail: info@prochip.ru • Web: www.prochip.ru

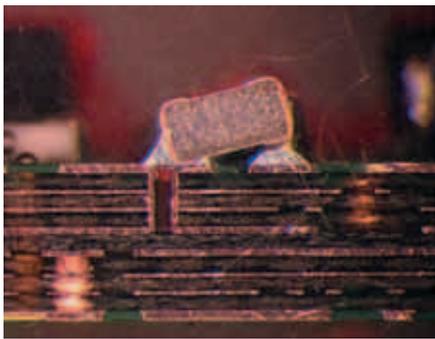


Рис. 2. Дефект типа «поднятие компонента при пайке» (tombstone)

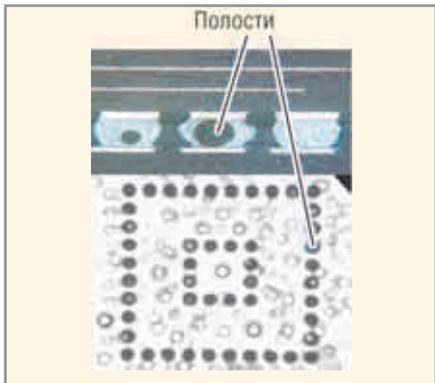


Рис. 3. Дефект типа «полость» (void) при пайке микросхем в корпусе BGA

припой с использованием индия (основной недостаток – высокая цена), цинка (основной недостаток – плохая коррозионная стойкость) и висмута (несовместим со свинцом, низкая прочность). Основываясь на результатах многолетних исследований, крупнейшие ассоциации производителей электронной техники (в частности, INEMI) рекомендуют в качестве альтернативы традиционным припоям сплавы SAC для пайки в печи и Sn–Cu для пайки «волной» [5].

Основной проблемой при переходе на данные типы бессвинцовых припоев является более высокая температура плавления, что, в свою очередь, требует изменения профилей пайки. Типовые профили пайки для Lead-free-технологии приведены в стандарте JEDEC [4].

При ручной пайке Lead-free-припоями (SAC-305) можно дать следующие рекомендации:

- температуру жала следует повысить до 343°C (по сравнению с 315°C для оловянно-свинцовых припоев);
- для защиты жала паяльной станции от окисления следует более тщательно очищать его и по возможности держать жало полностью покрытым припоем;

- использовать разные жала для пайки оловянно-свинцовыми и Lead-free-припоями во избежание их смешивания;

- для соблюдения необходимых температурных профилей следует увеличить время разогрева и скорость охлаждения (жало следует убирать быстрее).

При выполнении этих рекомендаций и достаточной квалификации монтажников качество ручной пайки Lead-free-припоями соответствует наиболее высокому классу III требований IPC [8].

Что касается флюсов, клеев, смывок и других вспомогательных веществ для пайки, подавляющее их большинство может быть использовано как в традиционной технологии, так и при высокотемпературной пайке Lead-free-припоями. То же касается и технологического оборудования (для нанесения паяльных паст и т.д.).

ДРУГИЕ АСПЕКТЫ

Повышенная температура пайки увеличивает чувствительность компонентов к начальной влажности. Это связано с тем, что повышение температуры пайки всего на 25°C приводит к примерно 1,5-кратному росту давления водяного пара внутри компонента, что может вызвать различные механические дефекты. Чувствительность электронных компонентов к влажности стандартизирована [4] и выражается в так называемом уровне чувствительности к влажности (MSL – Moisture Sensitivity Level). При переходе на Lead-free-технологии производители стремятся сохранить уровень MSL, однако это получается не всегда. В ряде случаев компоненты, выполненные по новой технологии, имеют более низкий уровень MSL, что приводит к ужесточению требований по их хранению (разумеется, лишь в случае использования высокотемпературных профилей пайки).

Припой, не содержащие свинца, как правило, имеют более высокий коэффициент поверхностного натяжения, что приводит к увеличению числа дефектов типа tombstone (поднятие компонента при пайке, см. рис. 2).

Кроме этого, отмечается ухудшенная смачиваемость выводов припоем при пайке выводных компонентов и увеличение числа дефектов типа

voids (полости, см. рис. 3) при пайке микросхем в корпусе BGA, особенно при использовании плохо совместимых комбинаций припоя и материала «шариков». В то же время при четком соблюдении требований к профилям пайки большинством исследователей отмечается в целом более высокое качество пайки при использовании Lead-free-технологий. Следует лишь иметь в виду, что характер наиболее часто встречающихся дефектов при переходе на новые технологии может измениться, что потребует адекватных изменений в системе контроля качества. Особенно это касается компонентов, выводы которых имеют покрытие Au–Pd–Ni: визуальный контроль качества пайки этих выводов имеет существенные отличия.

Ещё одним немаловажным аспектом в наших климатических условиях является тот факт, что при температурах ниже 13°C происходит фазовое превращение олова из β - в α -фракцию, известное как «оловянная чума». Поэтому некоторые производители ограничивают срок хранения компонентов с покрытием из чистого олова при пониженных температурах, и это следует учитывать при использовании припоев с высоким содержанием олова. Так как «оловянная чума» проявляется лишь при температурах ниже –40°C (при температуре около 0°C процесс трансформации занимает многие годы), её влияние на Lead-free-компоненты на данный момент изучено слабо [6]. Тем не менее, вероятно, именно по этой причине практически никто из производителей пока не перевёл на технологии Lead-free компоненты военного (Military и Aerospace) исполнения.

Следует также отметить проблему несовместимости некоторых традиционных электронных компонентов с Lead-free-технологиями пайки. В первую очередь, это электролитические конденсаторы, большинство которых имеет максимально допустимую температуру пайки 225°C. Также следует обращать внимание на максимально допустимую температуру пайки моточных компонентов (дроссели, трансформаторы, реле и т.д.). В таких случаях можно рекомендовать в качестве временного решения ручную пайку термочувствительных элементов после пайки в печи, а в каче-

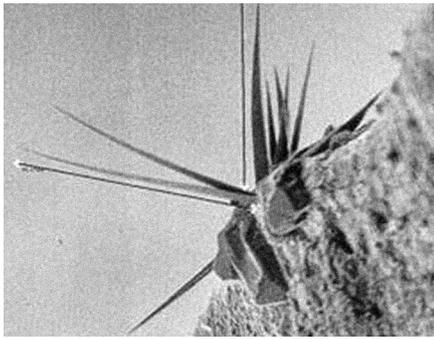


Рис. 4. Дефект типа «усы» (tin whiskers)

стве долговременного – переход на более высокотемпературные компоненты (например, танталовые и керамические конденсаторы взамен электролитических).

У компонентов с покрытием чистым оловом существует проблема роста «усов» (tin whiskers) на выводах, которые теоретически способны вызвать замыкание. На рисунке 4 приведена фотография такого дефекта при увеличении $\times 3000$ [7].

К счастью, хотя бы этот вопрос производители компонентов взяли под свой контроль – считается, что рост «усов» в большей степени зависит от особенностей технологического процесса покрытия выводов и не зависит от конечного пользователя.

Выводы

Интегральные микросхемы и пассивные компоненты без содержания свинца (Lead-free, Pb-free) составляют всё больший процент среди электронных компонентов; в дальнейшем следует ожидать полного отказа от свинца в электронной промышленности. Экспортёрам продукции в страны ЕЭС и другие страны в самое ближайшее время придётся соблюдать требования директивы Евросоюза о запрещении использования опасных химических элементов в электронной продукции.

подавляющее большинство компонентов без использования свинца совместимы со стандартными технологиями пайки оловянно-свинцовыми припоями (за исключением микросхем в корпусах BGA). В то же время не все компоненты, произведённые по традиционной технологии, совместимы с высокотемпературными технологиями пайки Lead-free-припоями.

Использование наиболее популярных бессвинцовых припоев (сплав

SAC) требует изменения профиля пайки (повышения температуры). Профили пайки стандартизированы JEDEC. Высокотемпературные Lead-free-технологии пайки требуют более жёсткого контроля параметров (температуры и скорости её изменения). В первую очередь это касается инфракрасных печей, где параметры контролируются не так тщательно, как в конвекционных. Кроме того, в некоторых случаях требуется модификация систем контроля качества. Также при изменении технологии пайки следует обращать внимание на условия хранения компонентов, в частности, учитывать уровень чувствительности к влажности (MSL). С другой стороны, при использовании Lead-free-технологий повышается общее качество пайки, в частности, механические характеристики.

При выполнении ряда рекомендаций ручная пайка высокотемпературными Lead-free-припоями обеспечивает все необходимые требования по качеству.

ЛИТЕРАТУРА

1. Directive 2002/95/EC of the European Parliament and of the Council of 27 January 2003 on the restriction of the use of certain hazardous substances in electrical and electronic equipment. Official Journal of the European Union, 13.02.2003, L 37/19.
2. Smith G.R., Martinez J.I. Lead in December 2002. Mineral Industry Survey, United States Geological Survey, <http://minerals.usgs.gov/minerals>.
3. JEDEC Standard Marking, Symbols, and Labels for Identification of Lead (Pb) Free Assemblies, Components, and Devices. JESD97 May 2004.
4. Joint Industry Standard Moisture/Reflow Sensitivity Classification for Nonhermetic Solid State Surface Mount Devices. IPC/JEDEC J-STD-020C July 2004.
5. www.nemi.org/projects/ese/lf_assembly.html.
6. Lasky R.C. Napoleon's Buttons and Lead-free Soldering. Lead-free Electronics Magazine. November, 2004.
7. Romm D.W., Abbott D.C., Grenney S., and Khan M. Whisker Evaluation of Tin-Plated Logic Component Leads. Texas Instruments Application Report SZZA037A. February 2003.
8. Whiteman L. Lead Free Hand Soldering. A publication of the National Electronics Manufacturing Center of Excellence. April 2005.

Новости мира

Новая технология производства цветных фильтров для ЖКД

Компания LG Chem на днях заявила, что разработала собственный метод производства цветных фильтров, которые являются одним из ключевых компонентов ЖК-панелей. Новая технология – это вероятная замена уже устаревающего метода фотолитографии. Цветовой фильтр – ключевой элемент, от которого зависит качество отображения цветов; его цена составляет 20% стоимости всей ЖК-панели.

Новый метод производства позволит LG Chem упростить производственный процесс и сэкономить на конечной стоимости продукции, а также сократить временные затраты. Количество стадий производства компонентов для ЖК-панелей сократится с 16 до 3 позиций. Новый метод основан на имитации процесса струйной печати, который используется в принтерах. Чернила наносятся прямо на поверхность стеклянной подложки.

Компании – производители ЖК-панелей давно мечтали о появлении подобной технологии, ведь она позволит снизить стоимость ЖК ТВ. Тогда ЖК-панели смогут конкурировать в цене с плазменными панелями и кинескопами.

В 2007 г. появятся PLED-TV

Английская компания Cambridge Display Technology продвигает технологию polymer-OLED (PLED). Ключевая идея этой технологии – возможность использования для формирования изображения процессов печати, в том числе и струйной. Кстати, в прошлом году компания Seiko Epson уже продемонстрировала 40-дюймовый PLED-экран.

Если развитие технологии продолжится теми же темпами, то к 2007 г. должны появиться полноценные PLED-телевизоры. Сложно сказать, будет ли будущее за этой разработкой, но, как утверждают многие специалисты, она обладает революционным потенциалом.

www.hifinews.ru/article/details/

