

Panasonic PAT Pend.

# Сравнение качества паяных соединений сплавов SB6N & SB6NX

(Sn / 3.5Ag / 0.5Bi / 6.0In)

(Sn / 3.5Ag / 0.5Bi / 6.0In+X)



Исследование надежности паяных соединений, выполненных сплавом SB6NX в сравнении со сплавом SB6N. Для исследования устойчивости паяных соединений к воздействию термоударов и механических нагрузок выбраны паяные соединения чип-резисторов и BGA с выводами из сплава SAC305.

## 1. Типы испытаний

- 1.1 Измерение прочности на сдвиг паяных соединений после термоциклирования
  - \* Для чип-резисторов
- 1.2 Контроль изменения структуры паяных соединений
  - \* контроль наличия трещин и появление интерметаллидов в паяном соединении
- 1.3 Тест на ударную (динамическую) нагрузку (JEDEC JESD22-B111)
  - \* Для корпусов BGA с выводами из сплава SAC305
  - \* Установка для испытаний на ударную нагрузку показана на фотографии
- 1.4 Тест на ударную (динамическую) нагрузку после хранения при повышенной температуре (Структурный анализ)

## 2. Тестируемые печатные платы

- 2.1 PCB: ENIG (содержание P в подслое Ni= 7%)
- 2.2 Компоненты: Чип-резисторы 3216, покрытие Sn BGA выводы SAC305, 500мкмф, шаг 1mm
  - \* Температурный профиль указан на графике

## 3. Условия тестирования

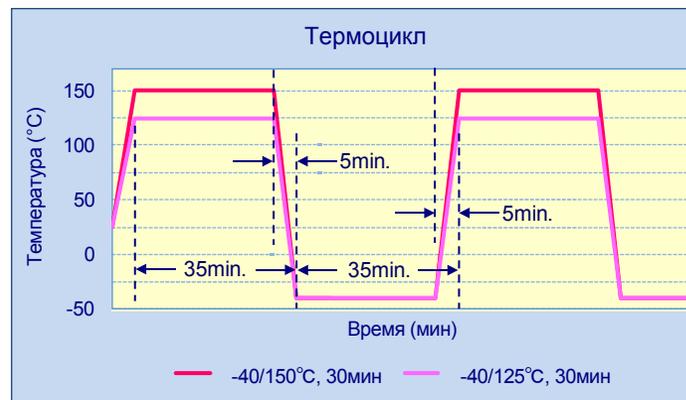
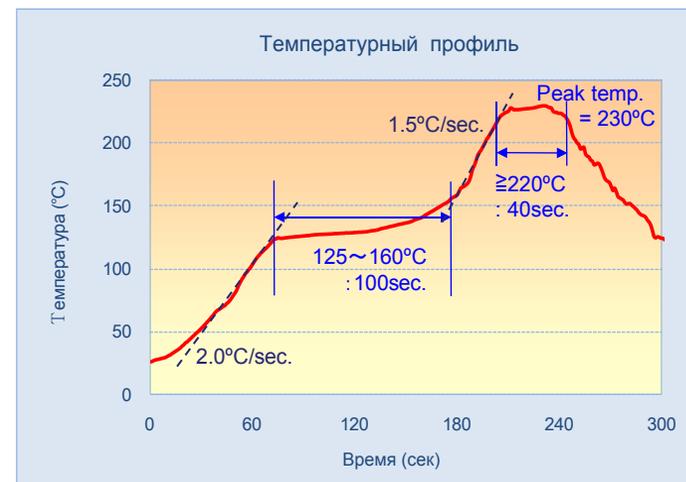
- 3.1 Термоциклирование: -40/125 °C и -40/150 °C
  - \* Профиль термоциклирования показан на графике
- 3.2 Хранение при повышенной температуре: 150 °C, 500 часов

## 4. Тестируемые паяльные пасты

- 4.1 **SB6N58-M500SI**
  - \* Сплав: Sn-90% Ag-3.5% Bi-0.5% In-6.0%
- 4.2 **SB6NX58-M500SI**
  - \* Сплав: Sn-90% Ag-3.5% Bi-0.5% (In+X)-6.0%

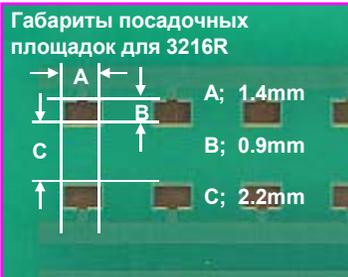
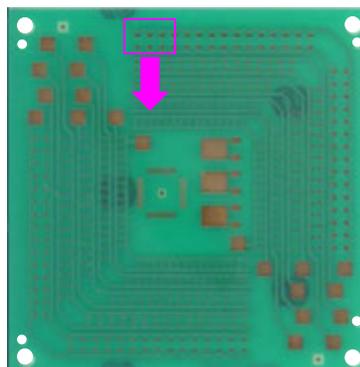
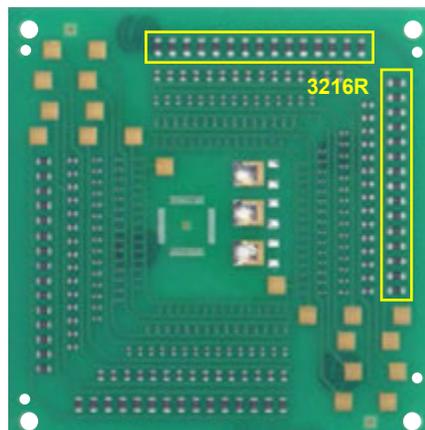


Board Drop Tester: Shinei Technology  
Model ASQ-700 (owned by Gunma Industrial Technology Center)



На фото ниже показаны печатные платы использованные для проведения испытаний

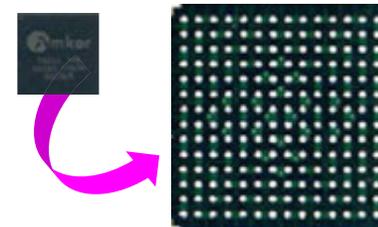
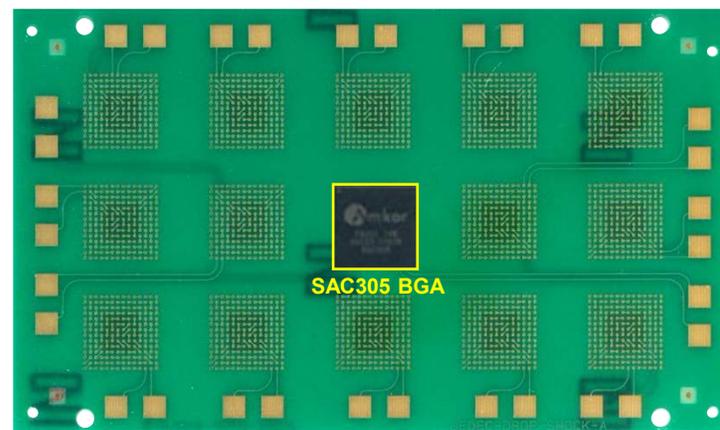
ПП, использованная для тестов термоциклирования



Материал: FR4  
 Финишное покрытие: ENIG  
 Подложка: Cu (18µm)  
 Ni-P: 5µm Ni-P  
 содержание P: 7%  
 Толщина: 1.6mm

\*Трафарет : 120µm

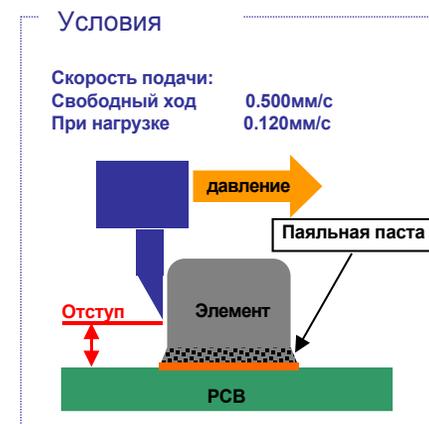
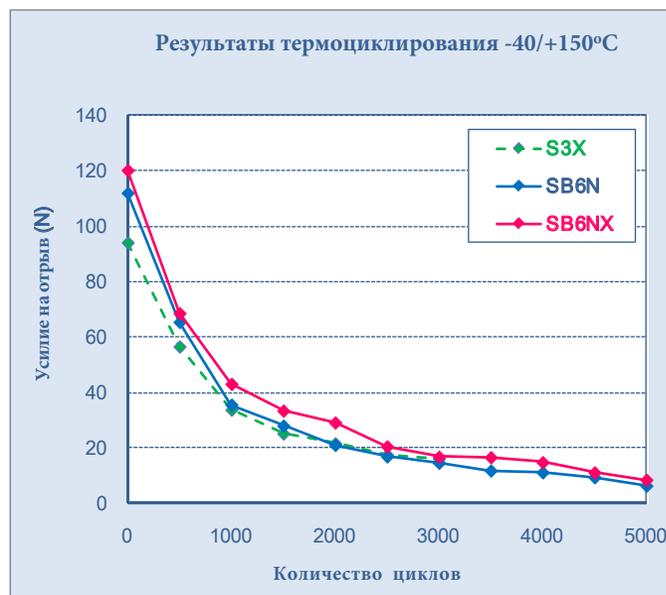
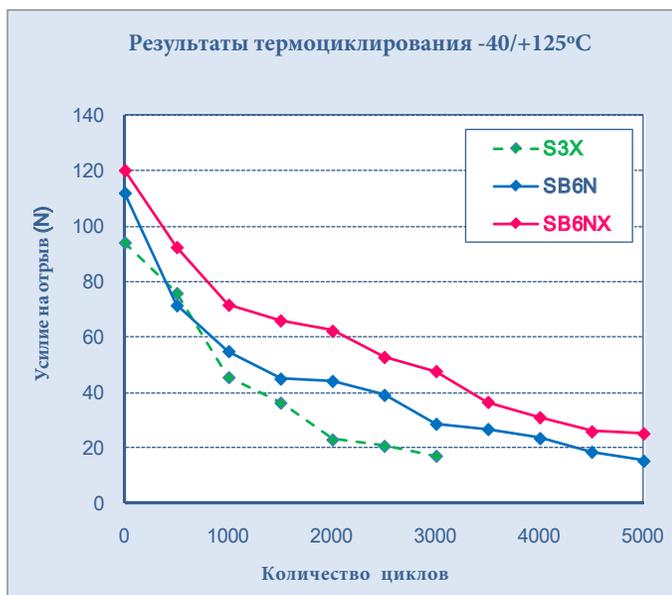
ПП, использованная для тестов на динамическую нагрузку



Материал : FR4  
 Финишное покрытие: ENIG  
 Подложка: Cu (18µm)  
 Ni-P: 5µm Ni-P  
 содержание P: 7%  
 Толщина: 1.0mm  
 Количество слоев: 8

\* Трафарет : 120µm

# Измерение прочности паяного соединения



Использование сплавов SB6N, SB6NX показывает большую прочность паяных соединений.

# Изменение структуры паяных соединений при ТЦ (образование трещин)

Появление трещин в паяном соединении при проведении ТЦ.

	-40/+125°C						-40/+150°C						Появление трещины
	S3X		SB6N		SB6NX		S3X		SB6N		SB6NX		
Первоначально													Разрушение
500 циклов													
1000 циклов													
1500 циклов													
2000 циклов													
2500 циклов													
3000 циклов													
3500 циклов													
4000 циклов													
4500 циклов													
5000 циклов													

Сплав SB6NX демонстрирует большую устойчивость к термоударам чем SB6N.

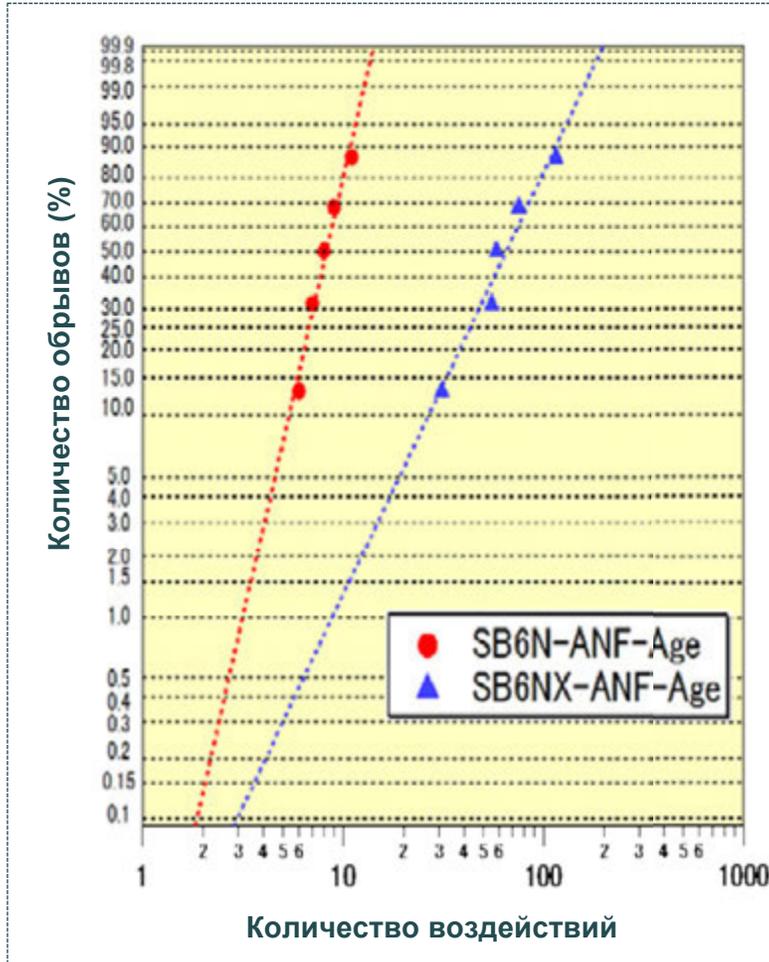
# Изменение структуры паяного соединения в процессе термоциклирования (Образование интерметаллидов)

		Первоначально	500 циклов	1000 циклов	1500 циклов	2000 циклов	2500 циклов	3000 циклов	3500 циклов	4000 циклов	4500 циклов	5000 циклов
-40/+125°C	S3X											
	SB6N											
	SB6NX											
-40/+150°C	S3X											
	SB6N											
	SB6NX											

Скорость образования интерметаллидов при использовании сплава SB6NX минимальна. Электромиграция из слоя Ni-P, приводящая к образованию интерметаллидов (IMC), проявляется после 1500 циклов -40/+150°C, появляются "поры Киркендалля" (Kirkendall voids).

# Тестирование на динамическую нагрузку после длительного воздействия высоких температур

Тест проводился для контроля прочности паяного соединения выводов BGA микросхем (сплав SAC305). Тест проводился после хранения смонтированной платы при температуре 150 °С в течении 500 часов.



- Параметры тестирования:

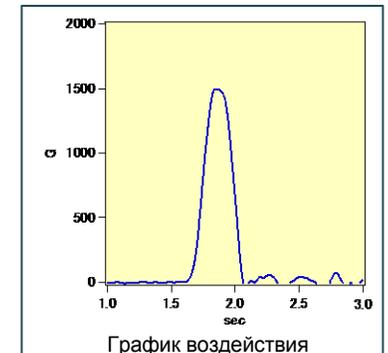
Воздействие: половина синусоидальной волны 1500G x 0.37msec

\* График воздействия ниже

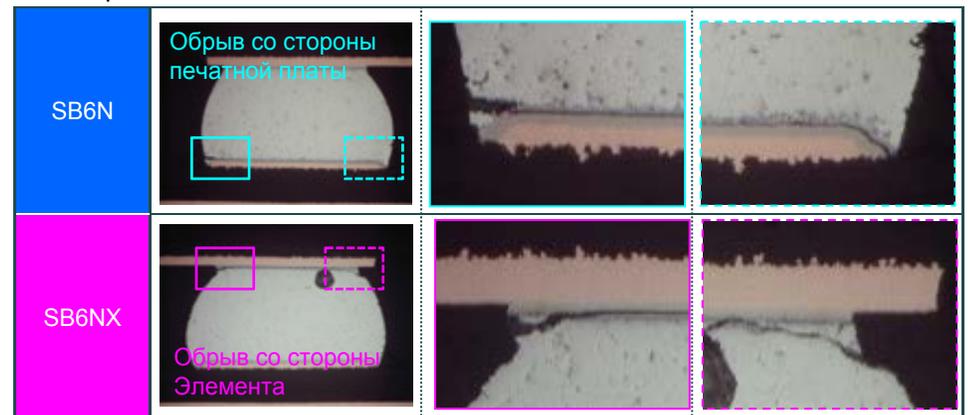
Критерий отказа: Изменение контрольного напряжения (3.2V) на 10%.

- Количество воздействий до отказа

Отказы	Удары	
	SB6N	SB6NX
1	11	115
2	6	58
3	8	31
4	9	55
5	7	75



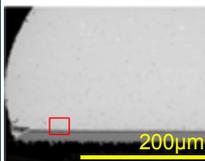
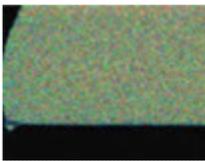
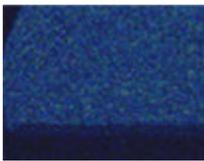
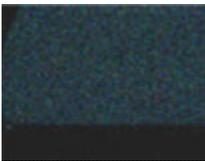
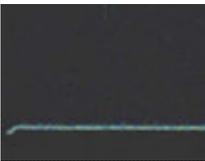
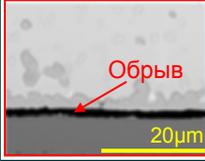
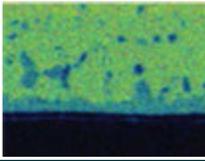
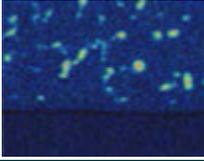
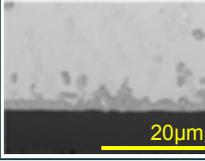
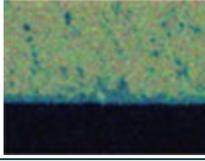
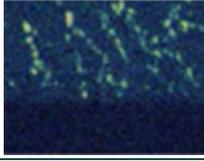
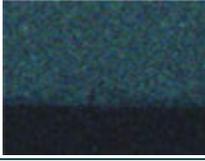
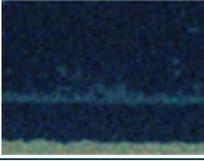
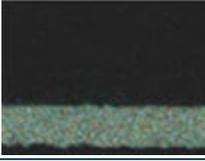
- Место обрыва



Сплав SB6NX демонстрирует более высокую устойчивость к ударным нагрузкам, чем сплав SB6N.

# Структура паяного соединения после тестов на ударную нагрузку

Снимки паяного соединения, сделанные рентгеновским флуорисцентным микроскопом.

	SEM	EDX-Sn	EDX-Ag	EDX-Bi	EDX-In	EDX-Cu	EDX-Ni	EDX-P
SB6N [x300]								
SB6N [x3000]								
SB6NX [x3000]								

В паяном соединении SB6NX присутствует слой с высокой концентрацией Cu поверх подложки Ni-P, формирующий барьер, препятствующий диффузии Ni. В паяном соединении SB6N наблюдается диффузия Ni и формирование слоя богатого P.

В паяном соединении, сделанном сплавом SB6N присутствует слой с высоким содержанием P. Содержание P в паяном соединении приводит к образованию интерметаллида Sn-Ni-Cu (IMC) и, как результат, образуются трещины.

В паяном соединении, сделанном сплавом SB6NX отсутствуют следы миграции P; в результате получаются паяные соединения более высокого качества.

В результате проведенных исследований выявлены следующие характерные особенности паяного соединения выполненные припоем SABI (сплав SB6N производства KOKI )по финишному покрытию ENIG:

1. Наличие взаимодействия между In и Ni в подслое Ni-P в финишном покрытии ENIG, приводящем к диффузии Ni .
2. Наличие диффузии Ni в паяное содинение, с образованием слоя с высоким содержанием P.
3. Наличие обогащенного P слоя практически не влияет на надежность паяного соединения при воздействии статических нагрузок (подтверждается термоциклированием), но резко снижает надежность при воздействии динамических нагрузок (по результатам тестов на ударную нагрузку).

В данной статье преведены результаты тестирования сплава SB6NX, показывающего более высокую надежность.

Сплав SB6NX образует паяное соединение высокого качества (надежности) на финишном покрытии ENIG, благодаря включению в состав сплава элемента (X).

При пайке сплавом SB6NX по финишному покрытию ENIG не образуется обогащенный P слой, в котором образуются интерметаллиды IMC. Сплав SB6NX образует более надежные паяные соединения по сравнению со сплавом SB6N.

