



## ИННОВАЦИОННАЯ ТЕХНОЛОГИЯ ПАЙКИ ИЛИ ЧТО ТАКОЕ NANOFOIL?

Станислав Баев

materials@ostec-group.ru

**П**еред выставкой ЭлектронТехэкспо 2010 ЗАО Предприятие Остек представило в России новую технологию пайки NanoBond®, и после этого у российских производителей и разработчиков электроники появилось много вопросов:

Что это за технология?

Что за материал?

Что спаивает?

Какое оборудование необходимо?

И так далее... много, много вопросов...

Данная статья посвящена ответам на большинство из этих вопросов. Итак, давайте начнем с ответа, наверное, на самый актуальный вопрос: что такое NanoFoil?

NanoFoil – фольга, состоящая из тысяч нанослоев алюминия (Al) и никеля (Ni), которые реагируют экзотермально, когда подается импульс энергии. Активируясь, фольга создает и поддерживает реакцию, она действует как быстрый и управляемый, ограниченный



по области воздействия источник высокой температуры (реакция сопровождается выделением большого количества тепла), который расплавляет прилегающие слои припоя, соединяя компоненты вместе. Этот процесс называют NanoBond®. При этом не возникает необходимости нагревать всю сборку для осуществления процесса пайки, что позволяет соединять компоненты с различными КТР без возникновения существенных термомеханических напряжений. Процесс NanoBond® может применяться в любых задачах, где соединение осуществляется с помощью припоев. Компанией Indium проведены успешные испытания для пайки отдельных компонентов, сборки печатных плат, монтажа теплоотводов и крепления больших разъёмов. Технология NanoBond® обладает следующими преимуществами:

- пайка при комнатной температуре;
  - пайка, которая не требует нагрева всего изделия;
  - пайка в течение долей секунд;
  - пайка без необходимости создания специальной атмосферы.
- Теперь, когда мы знаем, что это за технология, рассмотрим процесс пайки с использованием технологии NanoBond® по шагам и разберем каждый шаг процесса подробно, чтобы ответить на все вопросы.

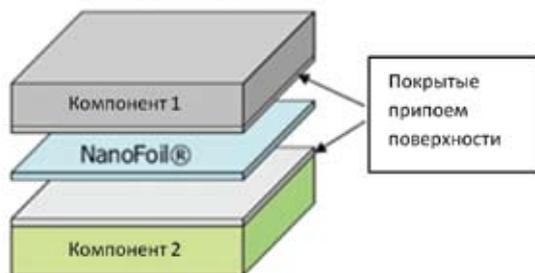
## ПРОЦЕСС NANOBOND®

**Шаг 1:** Вырезанная под нужную форму фольга NanoFoil (как и чем вырезать фольгу под необходимый размер и технологию этой операции мы рассмотрим позже) аккуратно помещается между двумя поверхностями, которые нужно соединить при помощи пайки.

А. Если спаиваемые по технологии NanoBond® поверхности не покрыты припоем, то необходимо использовать припой в виде преформы или фольги.



В. Пайку с использованием фольги NanoFoil можно реализовать без дополнительного припоя, если соединяемые поверхности покрыты припоем (облужены).



Для технологии NanoBond® используются припои с температурой плавления до 350°C. Максимальная площадь пайки – 1м<sup>2</sup>, установлена в лаборатории корпорации Indium в ходе последних экспериментальных работ.

**Шаг 2:** Подготовка поверхностей. Спаиваемые поверхности должны быть плоскими, ровными, параллельными и чистыми. Когда спаиваемые поверхности предварительно покрыты припоем, желательно удалить с поверхностей оксидную пленку механически или химически. Для удаления оксидной пленки, как правило, достаточно 10% раствора соляной кислоты.

**Шаг 3:** Точное совмещение спаиваемых поверхностей и приложение давления в течение технологического процесса обеспечивают хорошее качество пайки.

Для обеспечения полного и качественного смачивания спаиваемых поверхностей важно точно совместить преформы из припоя, NanoFoil и спаиваемые поверхности. Также необходимо приложить давление на компоненты – это позволит расплавленному припою

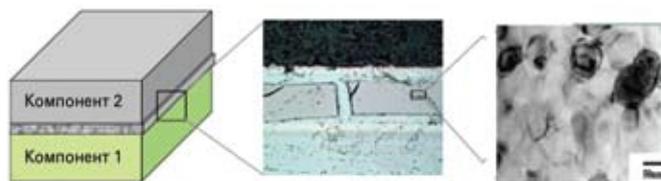
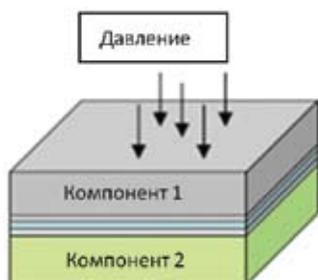


Рис. 1 Паяное соединение, выполненное с использованием фольги NanoFoil



Рис. 2 Активация фольги NanoFoil

равномерно распределиться и полностью смочить спаиваемые поверхности. Например, при использовании компонентов, предварительно покрытых индием, при пайке необходимо приложить давление 3,52 кгс/см<sup>2</sup>. Не рекомендуется снимать давление до окончания процесса пайки.

## NanoFoil – фольга, состоящая из тысяч нанослоев алюминия (Al) и никеля (Ni), которые реагируют экзотермально, когда подается импульс энергии

### Шаг 4: Активация NanoFoil

Фольга NanoFoil активируется локальным небольшим импульсом энергии, который может быть создан практически любым источником энергии: оптическим, электрическим или термальным. Воздействие энергетического импульса на NanoFoil порождает химическую реакцию, сопровождающуюся выделением необходимого количества тепловой энергии для расплавления припоя и пайки. После прохождения химической реакции в месте пайки остается соединение Al/Ni, перемешанное с припоем. Теперь, зная, как происходит процесс NanoBond® по шагам, мы можем разобраться, какое оборудование необходимо для его реализации.



Рис. 3 Цифровой калибровочный пресс со столиком-подставкой, регулируемым по высоте



Рис. 4 Инструмент для активации

## РЕКОМЕНДУЕМОЕ ОБОРУДОВАНИЕ

Ниже приведен список оборудования, которое может использоваться для процесса NanoBond®. Оборудование может быть заменено эквивалентным, например, активация NanoFoil может быть произведена с помощью лазера, а не электрическим источником энергии.

Оборудование:

- цифровой калибровочный пресс со столиком-подставкой, регулируемым по высоте;
- инструмент для активации;
- пластиковый или металлический пинцет.

Так выглядит набор оборудования, необходимый для процесса NanoBond®, конечно, жестких требований к нему нет. Но помните, что для правильного протекания процесса пайки по данной технологии необходимы давление и энергия, активирующие NanoFoil, а главное – сама фольга NanoFoil, вырезанная по строго определенной форме и размеру. Поэтому самое время описать технологию резки фольги NanoFoil и инструмент.

## РЕЗКА NANOFOIL®

Для резки фольги NanoFoil нам пригодятся средства индивидуальной защиты, а именно: кожаные перчатки и защитные очки.

Также для резки нам потребуется следующее оборудование:

- стеклорез с алмазным резаном;
- уголок;
- линейка;
- антистатическая защита.

А теперь, когда есть все необходимые инструменты и рекомендуемые средства индивидуальной защиты, мы также по шагам рассмотрим порядок действий при резке NanoFoil.

1. Отмерить и разметить лист фольги NanoFoil по необходимому размеру и форме. При разметке рекомендуется добавлять небольшой допуск – это гарантирует, что NanoFoil перекроет место пайки и компенсирует потери при резке. Необходимо обязательно предусмотреть открытую (выступающую или легкодоступную) часть фольги, через которую удобно провести активацию.

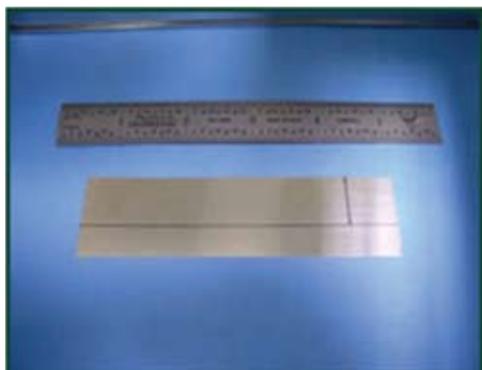


Рис. 5 Разметка фольги NanoFoil для резки

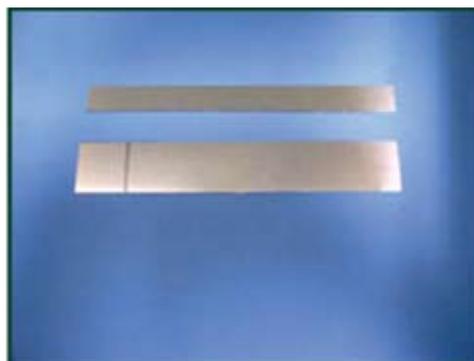
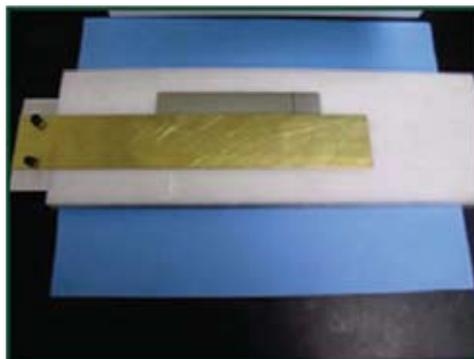


Рис. 6 Процесс резки фольги NanoFoil

2. Теперь найдем место, где будем резать NanoFoil - выберем правильную поверхность или подложку. Место для резки – это, конечно, устойчивый стол, а вот в качестве поверхности рекомендуется использовать пластиковый антистатический коврик. Вот тут пригодятся пластиковый уголок или линейка, их очень удобно использовать, чтобы стеклорез двигался точно по линии.
3. Стеклорез помещается в начало линии разметки и ведется вдоль неё.
4. Уголок или линейку нужно плотно прижимать к NanoFoil, для того чтобы при резке не возникало смещения, но не слишком сильно, иначе можно повредить фольгу.
5. Иногда может понадобиться больше, чем один проход стеклореза до полного разреза фольги NanoFoil.

**Для правильного протекания процесса пайки по данной технологии необходимы давление и энергия, активирующие NanoFoil, а главное – сама фольга NanoFoil**

Теперь, когда фольга NanoFoil вырезана и имеет необходимый размер, спаиваемые поверхности подготовлены, и мы знаем, какое оборудование для процесса NanoBond® нам понадобится, давайте

рассмотрим все возможные варианты активации фольги NanoFoil и, возможно, выберем более подходящий вариант под свой технологический процесс или убедимся, подходит ли в данном случае имеющееся оборудование.

### АКТИВАЦИЯ NANOFOIL

Активация фольги NanoFoil – это самая важная и ответственная часть процесса NanoBond® и, конечно, она вызывает больше всего вопросов. Поэтому мы рассмотрим все виды активации, начав с активации электричеством:

- Чтобы активировать фольгу нужен кратковременный точечный контакт с источником тока минимум 5 В и 10 А, при этом ток короткого замыкания для активации фольги должен быть 100-120 А для контактов диаметром 15 мкм и 250-300 А для контактов диаметром 300 мкм.

#### Активация лазером

Ниже приведена таблица условий для различных типов лазеров, которые подходят для активации NanoFoil.

**Таблица 1** Условия для различных типов лазеров, подходящих для активации NanoFoil

Тип лазера	Длительность импульса (сек)	Диаметр светового пятна (мкм)	Действующее [эффективное] значение мощности импульса (мДж)
YAG – лазер длина волны 1064нм, импульсный	8x10 <sup>-9</sup>	100	>300
YAG – лазер длина волны 1064нм, импульсный	8x10 <sup>-9</sup>	50	>50
YAG – лазер длина волны 1064нм, импульсный	8x10 <sup>-9</sup>	10	>10
Лазер на углекислом газе: 200W, длина волны 1060 нм, непрерывный	3x10 <sup>-4</sup>	100	-
IPG: 100W, длина волны 1085 нм, непрерывный	1x10 <sup>-4</sup>	50	-
IPG: 50W, длина волны 1085 нм, непрерывный	5x10 <sup>-4</sup>	100	-

NanoFoil может активироваться от многих других источников энергии, выделяющих большое количество тепла, таких как ИК-лампы или открытое пламя.

- NanoFoil активируется при нагревании до 200°C или с помощью любого способа нагрева, который будет увеличивать температуру фольги с градиентом 200°C/мин.

Примечание: При меньшем градиенте роста температуры нагрева энергии будет недостаточно для начала стабильной реакции в NanoFoil и паяное соединение будет некачественным.



Рис. 7 Состав испытательного набора NanoFoil

Теперь, наверно, остался только один вопрос, практический: «Как опробовать процесс NanoBond® на практике для решения своей технологической задачи?» Именно для решения этого вопроса корпорация Indium разработала специальный испытательный набор NanoFoil для опробования и отработки технологии.

Испытательный набор состоит из:

- батарея (9 В) и выводы, которыми будет удобно активировать NanoFoil,
- металлический пинцет;
- стеклорез с алмазным резаком;
- 4 покрытых оловом медных пластины;
- руководство пользователя NanoFoil + видеодемонстрация;
- зажимы для обеспечения давления и надежной фиксации пластин;
- 6 кусочков фольги NanoFoil NF40 размером 2,5 мм x 2,5 мм (толщина 40 микронов).

Немного об использовании Испытательного набора NanoFoil.

1. Аккуратно пинцетом возьмите один из кусочков фольги и поместите его между двумя медными покрытыми оловом пластинами. Поместить фольгу надо так, чтобы остался небольшой кусочек, доступный для начала активации. Медные пластины кладите аккуратно, не бросайте – это может вызвать активацию.
2. Используйте зажимы из набора для фиксации пластин между собой и для создания необходимого давления.
3. Поместите подготовленный пакет на устойчивую поверхность, желательно из неподдерживающего горения материала, и активируйте фольгу NanoFoil, коснувшись ее открытой поверхности одновременно двумя проводниками, присоединенными к батарейке 9 В. Проведя опытную работу с этим набором, вы получите практический опыт работы с технологией NanoBond® и оставшиеся образцы фольги NanoFoil направите на решение Вашей конкретной задачи.

Дополнительную информацию по NanoFoil, а также по всем материалам, производимым корпорацией Indium, можно получить по телефону: (495) 788-44-44 (отдел технологических материалов) или по электронной почте materials@ostec-group.ru. При желании Вы можете приобрести Испытательный набор NanoFoil или саму фольгу NanoFoil NF40-A1. ■■