

JOMFUL — новая технология производства радиочастотных меток

Ольга ГУРЕЕВА
gureeva@prosoft.ru

Сравнительно недавно компания Omron представила свою новую технологию производства RFID-меток — JOMFUL. Технология позволяет быстро и качественно изготавливать метки, работающие на частотах 13,56 и 850–960 МГц.

Omron предполагает, что технология, по которой уже произведено более 100 млн меток (рис. 1), окажет существенное влияние на рынок радиочастотной идентификации и будет способствовать дальнейшему снижению цен на RFID-метки.

Радиочастотная идентификация — это бесконтактная технология передачи данных между ридером и меткой, позволяющая идентифицировать объект — носитель метки. В сравнении с другими носителями данных, такими как штрихкод, радиочастотные метки могут содержать намного больше информации об идентифицируемом объекте.

Очевидно, что в самом ближайшем будущем технология радиочастотной идентификации придет на смену штриховому кодированию, особенно в таких областях, как отслеживание движения товаров в автоматизированных системах управления цепочками поставок.

Прогнозируемый рост рынка систем радиочастотной идентификации связан с давно ожидаемым снижением цен на RFID-метки. Это станет возможным, если метки будут изготавливаться по технологии, предполагающей массовое производство и низкую себестоимость. Недорогие метки должны быть качественными и надежными, поскольку в первую очередь планируется их использование для автоматической идентификации



Рис. 1. Радиочастотные метки компании Omron, изготовленные по технологии JOMFUL

их дальнейшей утилизации без вреда для окружающей среды должен решаться уже сегодня. Компания Omron разработала новую технологию производства радиочастотных меток с учетом всех вышеуказанных требований.

Технология JOMFUL

На рис. 2 и 3 представлены радиочастотные метки для диапазона частот 13,56 МГц и 850–960 МГц, выпускаемые сегодня компанией Omron.

Технические характеристики меток, работающих на частотах 850–960 МГц, нового стандарта EPC Class 1 Gen 2, содержатся в таблице 1.

Оба типа меток имеют перемычку (Strap), которая представляет собой гибкую печатную плату с установленной микросхемой, соединенной с контуром антенны. По технологии JOMFUL производится монтаж микро-

товарных единиц продукции. Нельзя не учитывать и требования, связанные с экологической безопасностью. Предполагается, что количество выпускаемых меток будет исчисляться миллиардами. В связи с этим вопрос

Таблица 1. Технические характеристики RFID меток, работающих в диапазоне частот 850–960 МГц

Наименование	Gen 2 Wave (волна) V750-D22M01-IM	Gen 2 Loop (петля) V750-D22M02-IM
Внешний вид	рис. 2	рис. 3
Размер антенны	94,0×16,0 мм	70,0×68,0 мм
Микросхема	Impinj Monza EPC Class 1 Gen 2	Impinj Monza EPC Class 1 Gen 2
Тип памяти	MVN (EPC Area 96 бит)	MVN (EPC Area 96 бит)
Рабочая частота	850–960 МГц	850–960 МГц
Материал антенны	алюминий	алюминий
Рабочая температура	от –20 до 55 °С (при отсутствии конденсата)	от –20 до 55 °С (при отсутствии конденсата)
Область применения	универсальная/регистрация упаковочной единицы	наличие в изделиях металла, жидкости/повышенная влажность/регистрация палет

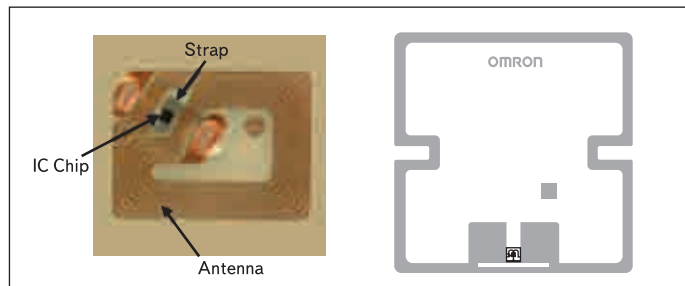


Рис. 2. RFID-метка с рабочей частотой 13,56 МГц

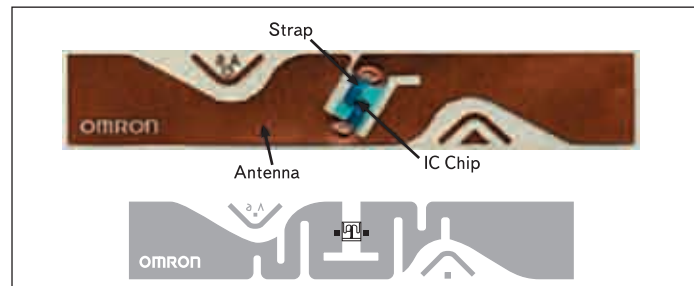


Рис. 3. RFID-метка, работающая в диапазоне частот 850–960 МГц

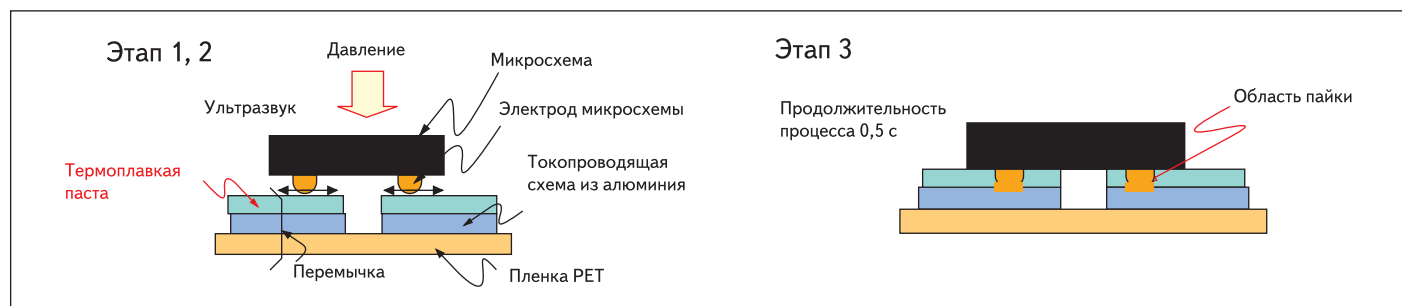


Рис. 4. Монтаж микросхемы на гибкую печатную плату (перемычку)

схемы на перемычку и соединение перемычки с антенной.

Рассмотрим технологию JOMFUL подробнее.

Монтаж микросхемы на перемычку

Прежде всего поясним происхождение названия JOMFUL. Оно составлено из слов Joint («соединение»), Metal («металл»), Film («пленка») и Ultra Sonic («ультразвук»). Это новая технология, использующая ультразвуковую пайку металлов. Рис. 4 иллюстрирует процесс монтажа, при котором микросхема устанавливается на гибкую печатную плату.

Процесс монтажа включает несколько этапов:

- подготовка перемычки, которая изготовлена из полимерной полиэтилентерефталатовой (PET) пленки с нанесенной на нее токопроводящей схемой и слоя термоплавкой пасты. Помимо термоплавкой пасты может быть использован и другой резистивный материал;
- надавливание на микросхему в момент активации ультразвуковых волн в области слоя термоплавкой пасты. Выводы микросхемы процарапывают слой пасты и соприкасаются с токопроводящими дорожками на плате. Микросхема припаивается к печатной плате с помощью ультразвуковой микросварки;
- после прекращения воздействия ультразвука расплавленный теплоот трения слой пасты затвердевает и фиксирует микросхему на печатной плате.



Рис. 5. Область пайки алюминиевых токопроводящих дорожек и выводов микросхемы

Таблица 2. Сравнение методов монтажа печатной платы ACP и JOMFUL

Метод	Печатная плата	Нанесение адгезива	Монтаж микросхемы	Отверждение адгезива
JOMFUL	<p>Резист Остается на проводнике</p>	Не требуется	<p>Микросхема Продолжительность процесса 0,3–0,5 с</p>	Не требуется
ACP	<p>Токопроводящая схема Резист должен быть удален</p>	<p>Слой адгезива Сложность в дозировании адгезива</p>	<p>Микросхема Возможно смещение микросхемы из-за неотвержденного адгезива</p>	<p>Давление Отверждение адгезива происходит в течение 6 с</p>

На рис. 5 показана область пайки алюминиевых токопроводящих дорожек и выводов микросхемы (предварительно микросхема была демонтирована).

На рис. 5 видно, что золото выводов микросхемы и алюминий токопроводящей дорожки были спаяны в обширной области. Вокруг электрода микросхемы образовался металлический сварной шов. Процесс монтажа микросхемы на гибкую печатную плату занял около 0,3–0,5 секунды. Данная технология обеспечила равномерную, качественную пайку.

Преимущества технологии JOMFUL

JOMFUL сокращает время выполнения технологических процессов

В таблице 2 сравниваются два метода монтажа микросхемы на гибкую печатную плату — JOMFUL и ACP (Anisotropic conductive paste — анизотропная токопроводящая паста).

Как видно из таблицы, при использовании технологии JOMFUL сокращается количество необходимых операций. При JOMFUL не затрачивается время на нанесение и затверждение адгезива (связующего слоя). Это не только уменьшает технологическое время, но и минимизирует себестоимость операции в связи с отсутствием затрат на дополнительное оборудование и материалы. Также, при сокращении числа операций, снижается вероятность возникновения ошибок и брака в процессе производства. По технологии JOMFUL требуется в 10 раз меньше времени на монтаж одной микросхемы, чем при ис-

пользовании ACP. Это является огромным преимуществом, особенно при серийном выпуске радиочастотных меток.

JOMFUL повышает качество и надежность монтажа

Благодаря образованию сварного шва технология JOMFUL обеспечивает высокую механическую прочность соединения между выводами микросхемы и гибкой печатной платой. С помощью вращающегося барабана был проведен тест на изгиб радиочастотной метки (рис. 6).

Тест показал отсутствие каких-либо повреждений в области соединения проводников, что нельзя сказать о других метках, монтаж микросхем которых был выполнен по технологии, отличной от JOMFUL. При другой технологии монтажа соединение проводников разрушалось после 50 изгибов. По заявлению специалистов компании Omgon, если метка не выдерживает 200-кратный тестовый изгиб, нельзя говорить о ее надежности при эксплуатации в реальных условиях. Более того, предполагается, что микросхемы следующего поколения достигнут размеров менее 0,5 мм, что приведет одновременно

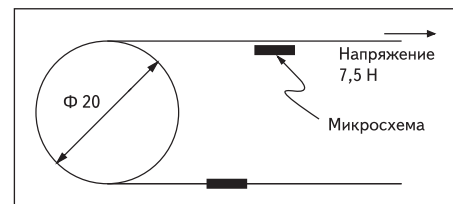


Рис. 6. Тест радиочастотной метки на стойкость к изгибу; диаметр металлического барабана — 20 мм

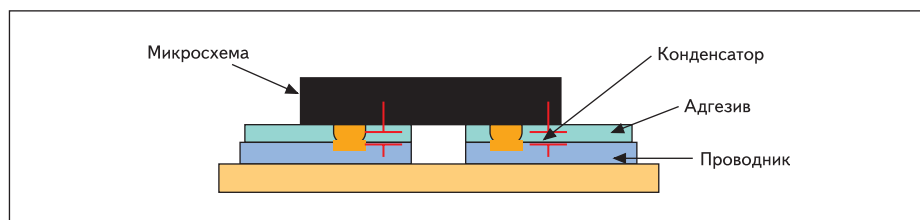


Рис. 7. Конденсатор между выводами микросхемы и токопроводящим контуром

к уменьшению области контакта микросхемы с поверхностью печатной платы. При методе АСР это означает уменьшение количества наносимого адгезива и, как следствие, уменьшение связующей силы в области соединения. Все это снизит надежность монтажа микросхемы по методу АСР. RFID-метки, произведенные по технологии JOMFUL, не имеют подобных недостатков. Они сохраняли свою работоспособность при тестировании в реальных условиях в течение 1000 часов при температуре 85 °С и при относительной влажности 85%. Следует отметить, что технологический процесс изготовления метки предусматривает нанесение ее на бумажную или полимерную подложку. Для этих целей используется ламинирование. При ламинировании метка подвергается воздействию температуры свыше 85 °С. Механическое соединение, получаемое при методе JOMFUL, обладает достаточной прочностью, что снижает уровень отбраковки готовых меток из-за дефектов, которые могут возникнуть в процессе ламинирования.

JOMFUL обеспечивает более устойчивую связь между RFID-меткой и ридером

При монтаже микросхемы на гибкую плату возникает паразитная емкость между выводами микросхемы и токопроводящим контуром (рис. 7).

Если разброс параметров полученного конденсатора достаточно широк, это приводит к изменению расстояния устойчивой связи между меткой и ридером.

Результаты тестирования, проведенные в лаборатории Omron, показывают, что в случае АСР расстояния устойчивой связи подвержены большому разбросу. Это связано с присутствием проводящих частиц в АСР, которые изменяют параметры конденсатора и импеданс метки. При использовании тех-

нологии JOMFUL разброс параметров конденсатора значительно меньше, что обеспечивает более стабильную дистанцию связи между ридером и меткой.

JOMFUL не использует опасные материалы

При АСР-методе применяются некоторые виды термически отверждающих материалов — пластики на основе эпоксидных связующих. Такие материалы содержат бисфенол А, разрушающий эндокринную систему человека. Подобные материалы не должны использоваться при серийном производстве радиочастотных меток, как загрязняющие окружающую среду и наносящие вред здоровью людей. JOMFUL не использует термически отверждающие материалы. Механическое соединение проводников при данной технологии обеспечивается пайкой.

Соединение контура антенны и перемычки с помощью технологии JOMFUL

Процесс соединения контура антенны и перемычки с микросхемой представлен на рис. 8 и состоит из четырех основных этапов:

- 1) Выравнивание взаимного расположения электродов контура и перемычки.
- 2) Электроды прижимаются друг к другу в момент воздействия ультразвуковых волн. Термопаста удаляется теплотой трения.
- 3) В области контакта формируется прочное соединение двух проводников.
- 4) Дальнейшее воздействие ультразвуком приводит к пластической деформации подложек из PET и механическому обжиму проводников.

Процесс протекает в течение тех же 0,3–0,5 секунды.

Таким образом, антенна и микросхема соединяются друг с другом с помощью пайки электродов, механического обжима и термосваривания между слоями PET.

Материалы, используемые для токопроводящей схемы и контура антенны

В основном для токопроводящих схем применяются такие металлы, как медь, алюминий и серебросодержащие сплавы. Технология JOMFUL позволяет использовать все три материала для изготовления контура антенны метки. Тем не менее, для меток с рабочей частотой 13,56 МГц используется медь, как наиболее подходящий металл для контура антенны, предназначенной для работы на данной частоте. Для токопроводящей схемы перемычки применяется алюминий, как и в случае антенны для меток, работающих на частотах 850–960 МГц. Надо заметить, что использование алюминия более целесообразно, главным образом, по экономическим причинам. Алюминий — третий по количеству природных запасов химический элемент на планете, после кремния и кислорода. Соответственно, цены на RFID-метки с алюминиевыми токопроводящей схемой и контуром антенны всегда будут значительно ниже других аналогов. С учетом того, что предполагается выпускать радиочастотные метки в промышленных количествах миллиардами штук, применение алюминия позволит более рационально относиться к ограниченным природным ресурсам серебра и меди.

Заключение

В связи со всевозрастающим спросом компания Omron планирует значительно увеличить выпуск радиочастотных меток по технологии JOMFUL. Компания также ведет исследования в области использования типографских технологий для прямой печати антенн и токопроводящих схем на полимерных и бумажных подложках.

Дальнейшее совершенствование технологий приведет к существенному снижению цен на метки, что будет способствовать широкому внедрению систем RFID в различные области автоматической идентификации. ■

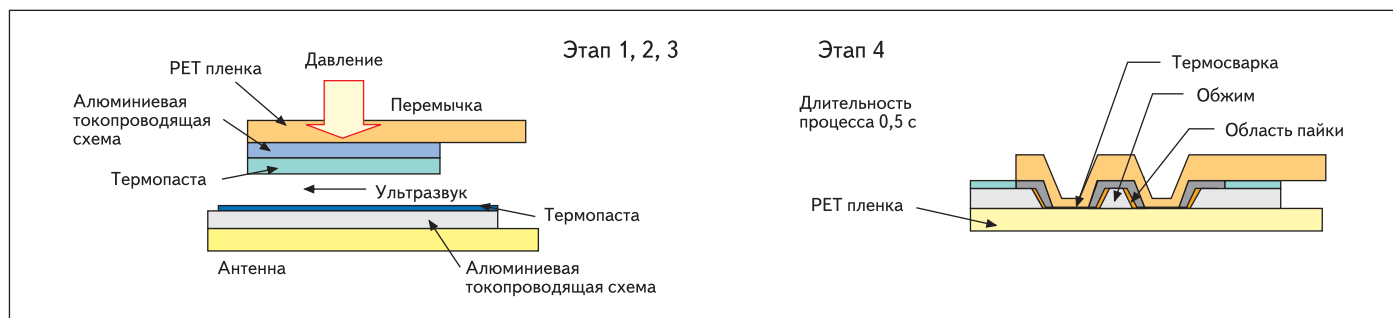


Рис. 8. Соединение контура антенны и перемычки по технологии JOMFUL