



КАК ИЗМЕНИТСЯ НАШЕ БУДУЩЕЕ С ТЕХНОЛОГИЯМИ ПЕЧАТНЫХ RFID

Николай Павлов
edu@ostec-group.ru

Технологии радиочастотной идентификации незаметно и просто вошли в нашу жизнь, начиная с билетов в метро и заканчивая сигнализацией автомобиля. Представьте, что скоро вы самостоятельно сможете печатать и использовать у себя подобные метки. Каковы же перспективы развития RFID сегодня?

ВВЕДЕНИЕ

Радиочастотные метки (RFID – Radio Frequency IDentification) представляются многим большой сложной системой, осуществляющей прием и передачу информации. В целом эти представления верны, с тем уточнением, что данные системы крайне малы и встречаются в повседневной жизни буквально на каждом шагу.

История возникновения и применения систем радиочастотной идентификации ведется со времен Второй мировой войны, но бурное развитие технологии началось только в последние годы. Большинство систем бесконтактного прослеживания в различных направлениях жизнедеятельности человека использует методы радиочастотной идентификации. Именно это направление было включено Ассоциацией производителей органической и печатной электроники (OE-A) в дорожную карту развития как одно из пяти ключевых. Представленные OE-A перспективы (рис. 1) говорят о дальнейшем широком применении радиочастотных меток.



Рис. 1 Перспективы применения радиочастотных меток. Источник: OE-A

Применение RFID в различных областях жизни позволяет рассматривать широкие рынки для реализации и производства подобных изделий. В России был проведен анализ текущего состояния и возможностей развития в данном направлении как в нашей стране, так и за рубежом. Результаты этих исследований приведены на рис. 2 и 3.

ВИДЫ RFID

Системы радиочастотной идентификации (меток) делятся на активные и пассивные. Принцип работы у них одинаков, они различаются только источниками питания. Пассивная метка работает от внешнего возбуждающего импульса со считывающего портативного устройства (рис. 4) или портального считывателя (контрольных стоек). После активации пассивная метка передает считывающему устройству хранящуюся в ней информацию. Активные RFID снабжены батареями. Активная метка работает по тому же принципу от внутреннего источника питания, что позволяет не только считывать их сигнал на большем расстоянии, но и размещать в них датчики.

Прогноз российского рынка RFID систем по отраслям использования 2008 – 2015, млн. \$

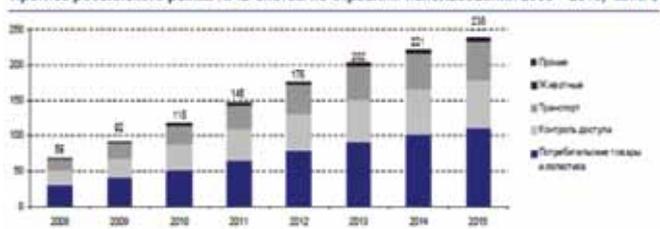
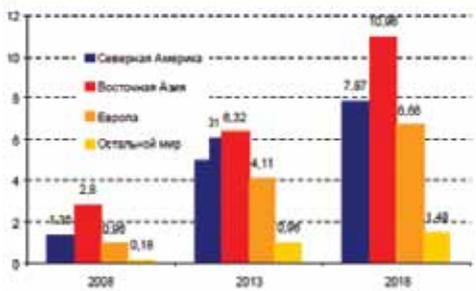
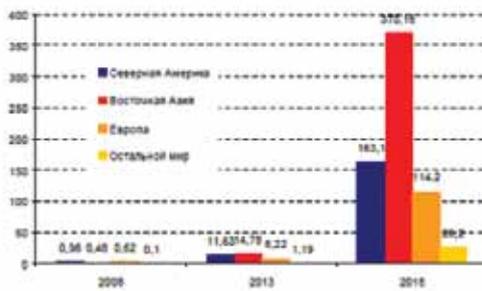


Рис. 2 Перспективы развития рынка RFID в России. Предполагаемый процент роста – 19%. Источник: Роснано

Прогноз объема мирового рынка RFID меток по регионам, 2008 - 2018, \$ млрд.



Прогноз объема мирового рынка RFID меток по регионам, 2008 - 2018, млрд. шт.



Количество реализованных проектов в распределении по странам, шт

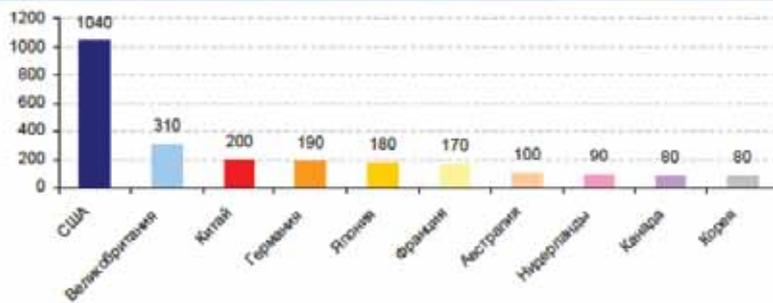


Рис. 3 Перспективы развития мирового рынка RFID. Источник: ID TechEx

предоставить информацию о книге: об авторе, содержании, дате, месте издания и другие данные.

Подобная система может быть применена, например, в технической библиотеке на предприятии. Насколько удобнее, не поднимая каталог или классификатор, поднести считыватель к конкретной папке с чертежами и узнать для какого они изделия, их комплектность, литерность, иную необходимую информацию.

На рис. 7 приведен пример прослеживаемости движения изделий по предприятию. За рубежом такие системы используют в авиационной промышленности: для прослеживания деталей самолетов с момента их запуска в производство до эксплуатации и ремонта.

Анализ содержимого может проводиться как в помещениях (на производстве, в магазине и

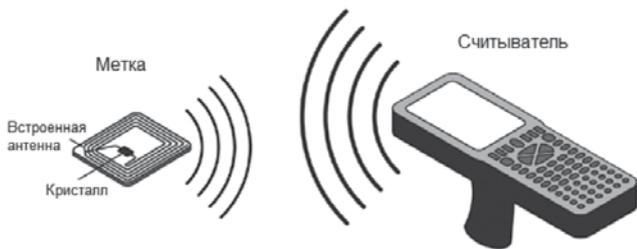


Рис. 4 Принцип работы пассивных радиочастотных меток



Рис. 6 Пример внедрения методов радиочастотной идентификации в библиотеке

ПРИМЕНЕНИЕ RFID

Области применения радиочастотных меток крайне разнообразны. Наиболее широкое распространение на текущий момент получили RFID в электронных билетах и электронных картах доступа, системах прослеживаемости и идентификации товаров и грузов.

Внедрение технологии радиочастотной идентификации обусловлено малыми габаритами меток и достаточным объемом хранимой информации. Объем и содержание информации различны, поэтому были разработаны стандарты, определяющие параметры кодирования. На рис. 5 приведен пример такой кодировки с расшифровкой содержания.

Системы идентификации и прослеживаемости могут быть внедрены как в потребительском направлении, так и в промышленности. На рис. 6, кроме самого принципа внедрения методов радиочастотной идентификации в библиотеке, приведен пример конкретного считывателя. По имеющейся в книге RFID считыватель способен



Рис. 5 Пример 96-битной кодировки объекта. Источник: Guidelines for Securing Radio Frequency Identification (RFID) Systems. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology



Рис. 7 Предприятие, использующее систему радиочастотной идентификации: 1 - радиочастотная метка, 2 - порталный считыватель, 3 - место назначения, 4 - место хранения, 5 - точка доступа в систему. (Front office - офис, Production - производство, Receiving - закупка, Parts - запчасти, Tools - инструменты, Warehouse - склад, Staging - подготовка или упаковка, Shipping - отгрузка)



Рис. 8 Инструменты DeWALT в кузове автомобиля. Источник: Ford



Рис. 9 Контрольно-считывающие стойки для грузовых автомобилей, расположенные в пункте таможенного контроля. Источник: Guidelines for Securing Radio Frequency Identification (RFID) Systems. Recommendations of the National Institute of Standards and Technology

т.п.), так и для потребительской корзины с покупками в супермаркете или для проверки содержимого багажника перед выездом (рис. 8). Почти не существует ограничений по габаритам подвергаемых анализу изделий. На рис. 9 приведен пример контрольно-считывающих стоек для грузовых автомобилей, расположенных в пункте таможенного контроля.

Ещё одно активно развивающееся направление радиочастотной идентификации – это миниатюризация с целью внедрения в биологические объекты, например, уже достаточно распространенные метки для животных. Новым направлением стали этикетки свежести, натуральности продуктов и растений: на мясе указана дата его производства и срок годности, рекомендуемые режимы хранения, изменяющиеся с течением времени; для цветов (растений) критично время, которое прошло с того момента, как цветок срезали с куста и доставили до потребителя.

Также перспективным представляется направление создания индивидуальных RFID для человека. На рис. 10 приведен пример вживляемых под кожу меток, выполняющих роль электронных идентификаторов-ключей. Такие метки в будущем смогут заменить электронные паспорта и электронные карты доступа всех видов – «Все в одной капсуле».

ТЕХНОЛОГИЯ ИЗГОТОВЛЕНИЯ RFID

Структура «классической» радиочастотной метки (пассивной) приведена на рис. 11. Для создания такой антенны требуется выполнить следующие технологические переходы:

- вытравить на подложке рисунок антенны и проводников;
- вырастить кремниевый кристалл (чип) и сформировать на нем необходимую топологию;
- установить кристалл на подложку с антенной и проводниками, соединить их;
- при необходимости изолировать полученную структуру от воздействия внешних факторов.

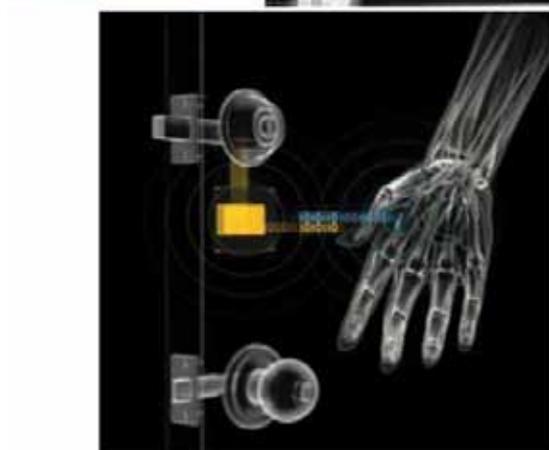


Рис. 10 Пример вживляемых под кожу меток

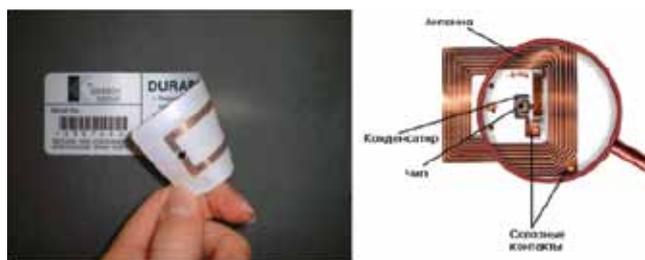


Рис. 11 Структура «классической» радиочастотной метки (пассивной)

Активная метка будет содержать также источник питания. Именно за счет источников питания активные метки (чип-ключи для автомобилей и т.п.) обладают большими габаритными размерами по сравнению с пассивными метками.

С развитием печатной электроники было предложено реализовать по данной технологии всю радиочастотную метку или её часть. Отличие печатной технологии в том, что рисунок проводящих, изоляционных и других слоев наносится на основание методами печати (струйной, офсетной, глубокой или др.). Подробно данная технология рассматривалась в статье «Органическая и печатная электроника – новая ветвь развития», информационный бюллетень «Поверхностный монтаж» № 4 (июнь), 2011. Изготовленная таким методом метка показана на рис. 12. Основным отличием печатных меток от «классических» является отсутствие кремниевого кристалла, что позволяет получить как ряд преимуществ:

- возможность удешевления и ускорения производства;
- изготовление метки «за один проход»;

так и ряд недостатков:

- меньшее быстродействие и объем хранения информации, первая печатная метка позволяла хранить всего 1 бит информации, на текущий момент это значение достигло 64 бит;
- действие на меньшем расстоянии.

Существует много методов печати и формирования рисунка, рассмотрим два из них, наиболее ориентированные на изготовление RFID:

- струйная печать, удобна и полезна для экспериментов, отработки



Рис. 12 Метка, изготовленная по печатной технологии. Источник: OE-A

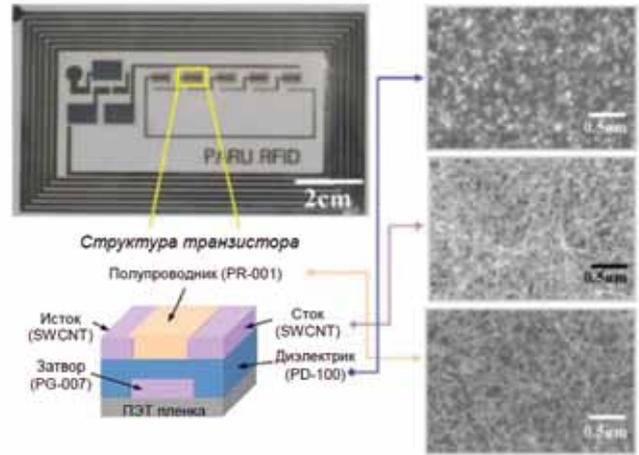


Рис. 14 Структура радиочастотной метки выполненной по рулонной и струйной технологии с объемом памяти 1 бит. Источник: M. Jung, J. Kim, J. Noh, N. Lim, C. Lim, G. Lee, J. Kim, H. Kang, K. Jung, A. D. Leonard, J. M. Tour, G. Cho. All-Printed and Roll-to-Roll-Printable 13.56-MHz-Operated 1-bit RF Tag on Plastic Foils

чернил и, при необходимости, инкапсуляция полученной структуры. Весь процесс в разы короче «классического».

Краткая схема процесса рулонной печати приведена на рис. 13 и включает:

- системы печати (материалы, аналогичные при струйной печати);
- встроенные системы сушки;
- систему подготовки поверхности;
- системы отверждения и т.д.

При формировании рисунка используется тот же принцип, что и при создании радиочастотных меток струйной печатью, с той разницей, что рисунок наносится на рабочую поверхность при прокатывании материалов через ролики, которые формируют отпечаток. С помощью представленной рулонной технологии на диэлектрическом основании были сформированы:

- антенна;
- токопроводящие слои (топология);
- диэлектрические слои пассивной радиочастотной метки.

Нанесение дальнейшего рисунка, позволившего создать объемную структуру (рис. 14), было проведено с применением струйной печати.

Развитие и применение данной технологии позволит изготавливать печатные RFID средней сложности за один производственный цикл, значительно уменьшив его время. При изготовлении радиочастотных меток крупносерийно также возможно будет уменьшить себестоимость их изготовления.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Очевидно, что RFID технология имеет большие перспективы развития, а области её применений будут расширяться (как в области потребительской электроники, так и в промышленно-военном секторе). Существующие тенденции в области разработки печатных технологий создают предпосылки для вытеснения традиционных методов изготовления радиочастотных меток. Новые технологии позволяют локализовать производство RFID под частные применения, создавать производства от мелкосерийного до массового практически на любом предприятии. ■

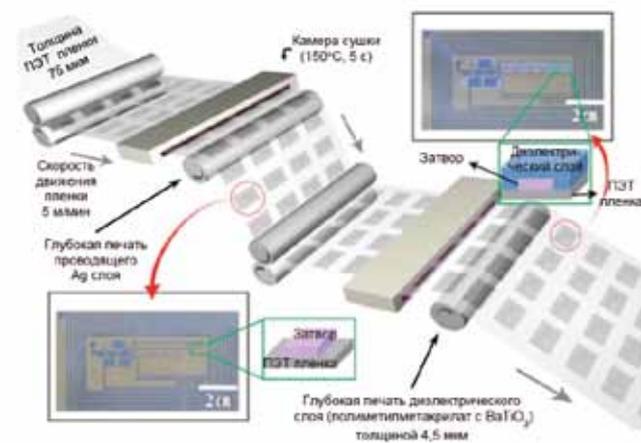


Рис. 13 Процесс создания радиочастотной метки по рулонной технологии. Источник: M. Jung, J. Kim, J. Noh, N. Lim, C. Lim, G. Lee, J. Kim, H. Kang, K. Jung, A. D. Leonard, J. M. Tour, G. Cho. All-Printed and Roll-to-Roll-Printable 13.56-MHz-Operated 1-bit RF Tag on Plastic Foils

технологии и работы с малыми партиями с высоким уровнем сложности изделий;

- рулонная (Roll-to-Roll), получившая такое название за характерную особенность (работа с рулонными материалами), для крупной серии.

Струйная печать проводится токопроводящими (Ag, Cu, Au) и диэлектрическими чернилами на диэлектрическом гибком основании (бумаге, полиимиде, полиэтилентерефталате – ПЭТ, полиэтиленафталате – ПЭН, некоторых других). Печать осуществляется на струйных принтерах специальной конструкции, позволяющих работать с данными материалами. В дальнейшем проводится отверждение