

Технологические особенности производства устройств радиочастотной идентификации

В статье рассматривается процесс производства меток радиочастотной идентификации (RFID), включающий несколько технологических этапов, каждый из которых имеет свои особенности.

Юлия Борисова

lum@eurointech.ru



Рис. 1. Устройство RFID-метки



Рис. 2. Антенна RFID-метки

Метки радиочастотной идентификации (RFID) активно используются во всем мире в качестве альтернативы штрих- и бар-кодам благодаря большей дальности регистрации, возможности перезаписи, значительному объему хранения данных и удобству считывания. Большинство RFID-меток состоит из приемопередающей антенны и микрочипа (кристалла ИС) для хранения и обработки информации, модулирования и демодулирования радиочастотного сигнала и других функций (рис. 1).

Процесс производства RFID-меток обычно содержит три этапа:

1. Производство антенны.
2. Флип-чип монтаж кристалла ИС.
3. Упаковка или ламинирование RFID-метки.

У каждого из этих этапов есть свои сложности и особенности, обуславливающие необходимость подбора специализированного оборудования для их автоматизации.

Типовой процесс изготовления плоской приемопередающей антенны требует нанесения тонкого слоя металла (например, меди или алюминия) на изолирующую подложку с последующим его химическим травлением для получения нужного рисунка. Однако такой способ создания антенны имеет несколько недостатков, в том числе большой расход наносимого материала, высокую длительность процесса и другие. Поэтому в последнее время для

получения антенн RFID-меток все чаще используют технологию печати (трафаретной, струйной, флексографической) для нанесения подслоя проводящей пасты в сочетании с последующим гальваническим осаждением меди на него. Данный процесс не предполагает травления лишнего материала, так как на подложку сразу наносится нужное количество пасты в форме рисунка антенны, а поверх него осаждается необходимое количество меди. Гальваническое меднение рисунка, предварительно сформированного из пасты, является наиболее экономически выгодным методом получения антенн меток радиочастотной идентификации.

Плоские антенны, как правило, имеют рисунок в виде спирали или петли (рис. 2). Для нанесения тонкого слоя проводящей пасты на гибкую подложку по спирали удобно использовать струйный метод печати (Jet printing) с последующей сушкой рисунка с помощью УФ-излучения и нагрева.

Струйные Jet-принтеры, на которых получают рисунок антенны метки радиочастотной идентификации, должны обеспечивать нанесение линий, чья ширина не превышает нескольких десятков микрометров. Кроме того, принтеры должны оснащаться подогреваемым столиком и возможностью УФ-засветки.

Так же как и для гальванического меднения, для нанесения паст на гибкие подложки RFID-меток используют системы с рулонной подачей подложек (рис. 3), объединенные в одну производственную линию.

Такие линии позволяют выполнять нанесение рисунка из проводящей пасты и его последующее меднение автоматически в одном цикле, обладают высокой производительностью и предназначены для выпуска крупных серий устройств радиочастотной идентификации.

Второй технологический этап изготовления меток радиочастотной идентификации — это монтаж кристалла ИС на приемопередающую антенну. Причем размеры кристалла, как правило, не превышают нескольких миллиметров. В дальнейшем развитие RFID-технологии позволит сократить размеры до нескольких сотен микрометров (рис. 4).

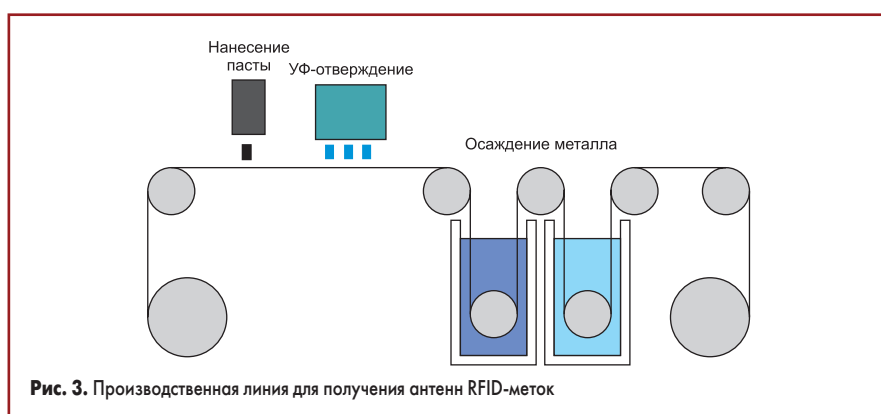


Рис. 3. Производственная линия для получения антенн RFID-меток

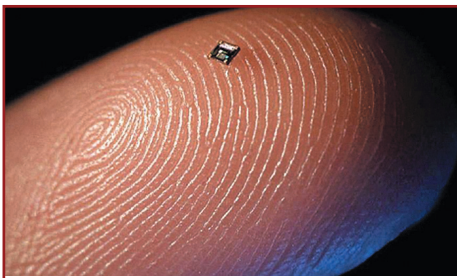


Рис. 4. Кристалл RFID-метки

Основные трудности автоматизации процесса монтажа кристалла RFID-меток заключаются в следующем:

- малые размеры кристаллов;
- гибкая, тонкая подложка из термочувствительного материала;
- различные технологии микросборки.

Малые размеры кристалла требуют использования специализированных рабочих инструментов, это необходимо для безопасного выполнения всех манипуляций и установки его на подложку (рис. 5). Вакуумный захват должен обеспечивать усилие, достаточное для удержания микрочипа без его повреждения, а установка монтажа кристаллов RFID-меток должна обеспечивать высокую точность размещения микрочипа на подложке.

Типовой материал подложек RFID-меток — это ПЭТ, мягкий и гибкий материал, чувствительный к нагреву, вот почему максимальная температура его нагрева составляет всего +80 °С (рис. 6). Данные свойства материала подложки обуславливают необходимость прецизионного контроля температуры нагрева и охлаждения в процессе монтажа кристалла. Кроме того, гибкая подложка должна быть

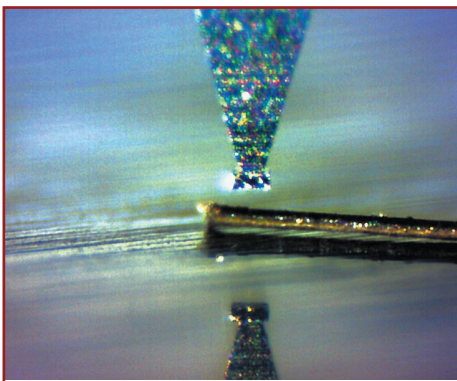


Рис. 5. Вакуумный инструмент монтажной станции с кристаллом перед его размещением на антенне RFID

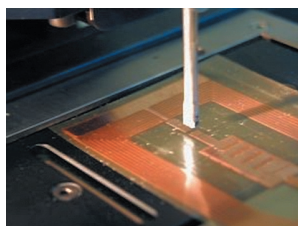


Рис. 6. ПЭТ-подложка с антенной

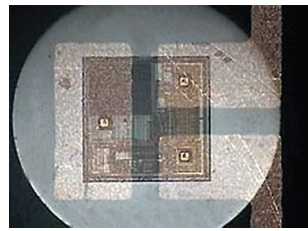


Рис. 7. Совмещение выводов чипа посредством наложения изображений нижней грани микрочипа и подложки

зафиксирована на рабочем столике по всей площади.

Все это объясняет, почему установки для монтажа кристаллов RFID-меток должны быть оснащены рабочим нагреваемым столиком с вакуумным фиксатором подложки и нагреваемым инструментом для верхнего контактного нагрева кристалла. Использование двустороннего нагрева (сверху и снизу) с возможностью контроля профилей нагрева и охлаждения позволяет снизить вероятность искривления гибкой подложки вследствие температурного градиента.

Кристалл меток радиочастотной идентификации, как правило, имеет два или три контактных вывода. В случае двухвыводных чипов один контактный выступ добавляется для механической стабильности. Основные методы присоединения кристалла к антенне — ультразвуковая сварка и адгезионный монтаж.

В первом случае после позиционирования микрочипа (рис. 7) и размещения его на подложке (рис. 8) в область контакта с помощью специализированного инструмента передаются ультразвуковые колебания. Частота колебаний составляет около 60 кГц, мощность 1 Вт, время УЗ-воздействия 500 мс.

Для присоединения микрочипа к антенне методом ультразвуковой сварки необходимо использовать монтажные станции, снабженные специализированным ультразвуковым модулем. Инструмент такого модуля предназначен как для захвата, позиционирования и размещения кристалла на подложке, так и для передачи УЗ-колебаний в область контакта кристалл-подложка.

Второй метод монтажа требует нанесения анизотропной проводящей пасты (АСР) на ан-

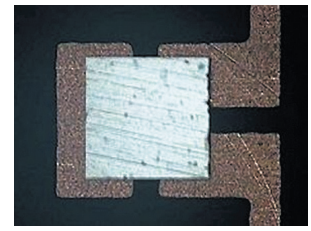


Рис. 8. Микрочип размещен на антенне подложки (вид сверху)

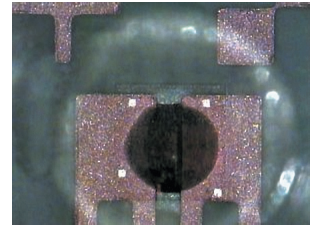


Рис. 9. Совмещение выводов чипа посредством наложения изображений нижней грани микрочипа и подложки

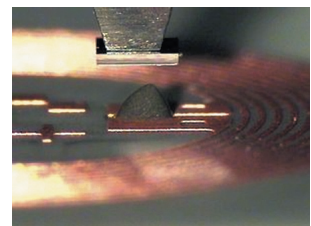


Рис. 10. Размещение микрочипа на антенне с нанесенной пастой АСР (вид сбоку)

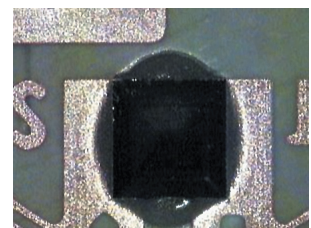


Рис. 11. Микрочип размещен на антенне подложки (вид сверху)

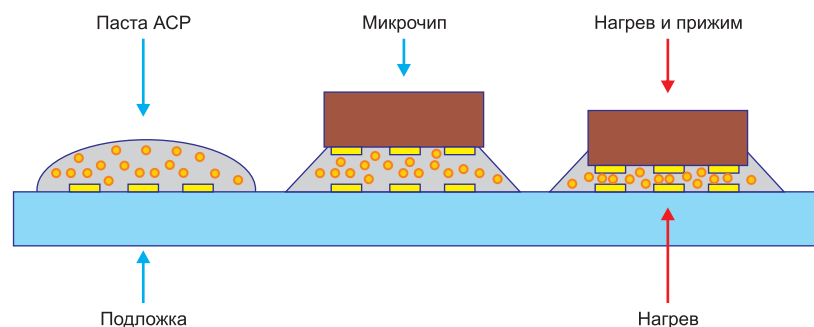


Рис. 12. Адгезионный монтаж микрочипа с использованием анизотропной проводящей пасты (АСР)

тенну, после чего проводят совмещение выводов кристалла с подложкой (нацеливание инструмента с захваченным на него кристаллом) (рис. 9), затем кристалл устанавливается на соответствующее место подложки (рис. 10, 11).

Благодаря своим свойствам анизотропная проводящая паста позволяет получить контакт только в местах ее максимального сжатия, то есть между контактными выступами кристалла и подложкой (рис. 12). В остальных местах она обеспечивает дополнительную фиксацию кристалла без проводимости.

Для адгезионного монтажа микрочипа необходимо использовать монтажные станции, оснащенные дозатором для нанесения микродоз паст АСР непосредственно перед размещением кристалла на подложке.

Микромонтажные станции Finerplacer немецкой компании Finetech представляют собой высокотехнологичное решение для монтажа кристаллов RFID-меток. Широкий набор функциональных возможностей оборудования Finerplacer позволяет использовать как адгезионный монтаж, так и УЗ-сварку для присоединения микрочипа к антенне. А высокая точность и наличие специализированных инструментов гарантируют высокое качество монтажа, даже при работе с мельчайшими кристаллами, чьи размеры не превышают 50×50 мкм.

Последний этап изготовления RFID-меток — их упаковка, перед которой обычно производится тестирование и отбраковка устройств несоответствующего качества. Выбор оборудования для этого этапа производства зависит в первую очередь от требуемого формата конечного продукта.

Процесс изготовления меток радиочастотной идентификации состоит из нескольких технологических этапов, каждый из которых имеет свои особенности. Поэтому автоматизация производства RFID-меток требует квалифицированного подбора оборудования в соответствии с требованиями по эффективности и формату готовой продукции. ■