

УДК 681.327

## **Радіочастотна мітка на поверхневих акустичних хвилях**

*Решетник А.О., к.т.н., доц. Жовнір М.Ф.*

### **Вступ**

Щорічне зростання світового товарообігу і масштабне збільшення числа вантажоперевезень привело до створення систем реєстрації і ідентифікації рухомих і нерухомих об'єктів. Завданням будь-якої системи ідентифікації є зберігання інформації про об'єкт з можливістю її зручного зчитування. Такі системи як правило містять в своєму складі зчитувачі і мітки, а саме пасивні мітки на ПАХ є оптимальним вирішенням даної проблеми.

### **Штрихове кодування**

За допомогою штрихового коду здійснюють кодування інформації про деякі з найбільш істотних параметрів продукції. Найбільш поширена Європейська система кодування EAN. Згідно з цією системою кожному виду виробу привласнюється свій номер, що найчастіше складається з 13 цифр (EAN-13) [1]. Типовий штрих-код представлений на рис.1.



Рис. 1. Типовий штрих-код: 1 – код

країни; 2 – код виробника; 3 – код товару; 4 – контрольна цифра; 5 – знак товару, виготовленого за ліцензією

Основними перевагами штрихового кодування є простота реалізації і низька вартість. Однак для цілого ряду областей ця технологія є непридатна, особливо там, де потрібен контроль переміщення об'єктів в реальному часі, інтелектуальні рішення автоматизації, здатність працювати в жорстких умовах експлуатації. Всі ці проблеми в змозі вирішити радіочастотна ідентифікація, зокрема радіочастотні ідентифікаційні (РЧІД) мітки.

### **Радіочастотні ідентифікаційні мітки**

Радіочастотна ідентифікація – технологія, яка використовує радіочастотне електромагнітне випромінювання для читання / запису інформації на пристрій, який називається міткою [2].

При роботі з радіочастотною ідентифікацією необхідно враховувати деякі обмеження. До них відносяться: відносно висока вартість; неможливість

розміщення під металевими і екранувальними поверхнями;

схильність до перешкод у вигляді електромагнітних полів. Вартість пасивних РЧІД-міток перевищує вартість етикеток зі штрих-кодом. Виходячи з цього, використання радіочастотних міток доцільно для захисту дорогих товарів від крадіжок або для забезпечення збереження виробів, переданих на гарантійне обслуговування. У сфері логістики і транспортування вантажів вартість радіочастотної мітки виявляється зовсім незначною у порівнянні з вартістю вмісту контейнера, тому абсолютно виправдано використання радіочастотних міток на пакувальних ящиках, палетах і контейнерах.

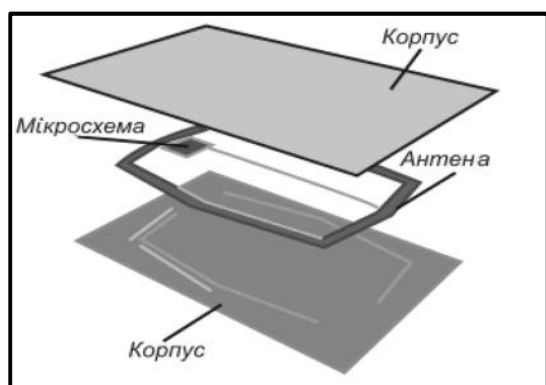


Рис. 2. Типова конструкція карти для безконтактної радіочастотної ідентифікації

Радіочастотні мітки схильні до впливу металу (це стосується упаковок певного виду – металевих контейнерів, іноді навіть деяких типів упаковок рідких харчових продуктів, запакованих фольгою). Це зовсім не виключає застосування РЧІД, але призводить або до необхідності використання більш дорогих міток, розроблених спеціально для установки на металеві поверхні або до

нестандартних способів закріплення міток на об'єкті.

Нестабільність систем радіочастотної ідентифікації до перешкод у вигляді електромагнітних полів від включеного устаткування, що випромінює радіоперешкоди в діапазоні частот, що використовується для роботи РЧІД-системою. Необхідно ретельно проаналізувати умови, в яких система РЧІД буде експлуатуватися. Для систем UHF діапазону 868–869 МГц це практично не актуально (в цьому діапазоні ніякі інші прилади не працюють), але низькочастотні мітки, які працюють на частоті 125 кГц, піддаються впливу радіозавад [3].

### Види міток

Радіочастотні ідентифікаційні мітки прийнято розділяти на "чіпові" і "безчіпові". Чіпові містять інтегральну мікросхему - чіп, а безчіпові її не містять. Чіпові, в свою чергу, можуть бути пасивні, напівактивні і активні. Пасивні мітки не містять ні елемента живлення, ні активного передавача; напівактивні мітки містять елемент живлення, але не мають активного передавача; активні мітки містять і те й інше.

Ще одна класифікація поділяє мітки на тільки зчитуючі і зчитувальні / записувальні. Тільки зчитувальні мітки мають або тільки зчитувальну пам'ять, або пам'ять, яка одноразово програмується і багаторазово зчитується. Зчитувальні / записуючі мітки дозволяють одноразово записувати і багаторазово перезаписувати інформацію. Пасивні мітки мають дальність дії до 100

метрів і більше залежні від регламентних обмежень і впливу навколишнього середовища. Проте вони отримали широке розповсюдження через найменшу вартість.

### Фізичні принципи роботи

Робота міток на поверхневих акустичних хвилях заснована на п'єзоефекті і поширенні на поверхні п'єзоелектричного кристалу поверхневих акустичних хвиль з відносно невеликою швидкістю (від 3000 до 4000 м / с) [4]. Пасивна радіомітка містить лінію затримки (ЛЗ) на ПАХ, що розміщена в герметичний корпус, з трьома або більше виводами (кнопками для набору ідентифікаційного коду) і з невеликою антеною, що дозволяє приймати і випромінювати сигнали в заданій смузі частот з мінімальними втратами. Число ліній затримки залежить від значності ідентифікованого коду і може досягати семи (семизначний код). Кожна ЛЗ налаштована на свою смугу частот і мало сприйнятлива до сигналів, призначених для ЛЗ, налаштованих на інші смуги частот. Також додаткові виводи дозволяють збільшити число ідентифікаційних комбінацій в  $10^3$  разів. Однак така мітка має істотні недоліки: мала ємність даних і великі габаритні розміри.

Найбільш поширеним в наш час є транспондер на відбивачах (рефлекторах). Схематичне зображення і принцип роботи транспондера наведені на Рис. 3. ЗШП

розташовується в кінці п'єзоелектричної підкладки. До його шин підключається дипольна антена транспондера, яка приймає сигнал опитування від рідера (зчитувача) і випромінює відповідний сигнал, що генерується транспондером на ПАХ [5].



Рис. 3. Транспондер на відбивачах

По довжині транспондера ПАХ розміщуються окремі електроди-рефлектори. Їх розташовують на поверхні таким чином, щоб кодувати дані, використовуючи затримку в часі, амплітуду і фазу. Коли транспондер потрапляє в зону дії рідера, то частина випромінюваної рідером енергії приймається антеною транспондера і надходить до виводів ЗШП у вигляді високочастотного імпульсу напруги. ЗШП перетворює частину цієї прийнятої енергії в поверхневу акустичну хвилю, яка поширюється в кристалі під прямим кутом до електродів ЗШП. Для перетворення більшої кількості прийнятої транспондером електромагнітної енергії в акустичну енергію необхідно, щоб частота передачі рідера відповідала частоті коливань ПАХ, що генерується ЗШП. На подальше поширення ПАХ по поверхні п'єзоелектричного кристалу впливають рефлектори. Невелика

частина поверхневої хвилі відбивається від кожного рефлектора і рухається назад по кристалу в напрямку ЗШП. Частина поверхневої хвилі продовжує рухатися до кінця підкладки і там гаситься.

Таким чином, з одного імпульсу опитування генерується кілька відповідних імпульсів, причому кожен рефлектор створює свій імпульс у відповідному сигналі транспондера. Ця послідовність імпульсів, отримана ЗШП і перетворена в високочастотну послідовність електромагнітних імпульсів, випромінюється антеною транспондера і може бути прийнята рідером. Число прийнятих імпульсів відповідає числу рефлекторів на підкладці [5].

Слід особливо відзначити, що час затримки між окремими імпульсами пропорційний просторовій відстані між рефлекторами на підкладці, і тому просторове розташування рефлекторів може представляти двійкову послідовність цифр, яка в найпростішому випадку дорівнює ідентифікаційному коду транспондера (кількість різних кодів дорівнює величині  $2^n - 1$ , де  $n$  – число рефлекторів на підкладці). Розташування рефлекторів і, тим самим, зчитування коду визначається при виготовленні пристрою. Тому транспондери ПАХ належать до категорії транспондерів «тільки читання». Об'єм зберігання даних і швидкість передачі даних транспондера на ПАХ залежать від розміру підкладки та мінімальної реалізованої відстані між рефлекторами. Звичайний

транспондер на ПАХ передає близько 16 або 32 біт зі швидкістю передачі 500 кбіт / с.

У зв'язку з невисокою швидкістю поширення поверхневих хвиль по підкладці, перший імпульс у транспондера приймається зчитувачем з затримкою, що дорівнює приблизно 1,5 нс. Для порівняння: з невеликою затримкою в приблизно 0,66 нс цілком достатньо, щоб сталося загасання перешкод в радіусі 100 м навколо рідера.

Таким чином, у відповідь сигнал транспондера приходить, коли все відображення від оточення рідера давно припинилися, і подібного роду перешкоди не вносять помилки в послідовність дій у відповідей імпульсів від транспондера.

Транспондери на ПАХ є повністю лінійними пристроями і відповідають на імпульс опитування з певною фазою. Більш того, фазовий кут і диференціальний час поширення між відбитими індивідуальними сигналами зберігають постійне значення. Це важлива властивість дозволяє збільшити дальність дії транспондера на ПАХ методом усереднення слабких сигналів відповідей транспондера на велику кількість імпульсів опитування. Операція зчитування займає мікросекунду, тому за секунду може бути виконано кілька сотень тисяч циклів читання.

Рефлектори реалізуються за допомогою системи металізованих смужок на п'єзоелектричній підкладці або системи канавок, які формують шляхом травлення.

Найбільш перспективним є використання виробничої продукції на базі систем нано-імпринт-літографії (НІЛ). Вона передбачає штампування в рідкий мономер з наступним його затвердінням ультрафіолетовим випромінюванням [6]. Такий підхід дозволяє створювати нанорозмірні структури, що здешевлює вартість продукції, так як на одній пластині стає можливим розмістити більшу кількість міток, а також покращити робочі характеристики продукції, що випускається.

### Висновки

Таким чином було з'ясовано, що переваги RFID систем уможливають застосування її в різних сферах торгівлі, виробництва, логістики та безпеки. Мітка повинна забезпечити максимально можливу дальність зчитування, оптимальну конструкції, велику ємність даних і, разом з цим, низьку вартість. Крім того, необхідно передбачити таку конструкцію, яка б мала незначні втрати сигналу при зчитуванні, а так само можливість зчитування в поле дії рідера декількох міток подібного типу. Все це визначається технологією виготовлення, точністю розрахунків і правильним підбором матеріалів.

### Література

1. Справочник - Штрихкоды, штрих код, расшифровка, сканер штрихкода, штрих коды стран. 2009.
2. М. Гудин., В. Зайцев, Технология RFID: реалии и перспективы//Компоненты и технологии –2003
3. Т. Шарфельд. Системы RFID низкой стоимости / Под ред. С. Корнеева. - Москва, - 2006 г.
4. О. Гуреева. Система радиочастотной идентификации на поверхностных акустических волнах // Компоненты и технологии. – 2006/
5. В. Ф. Катаев, А. В. Гусаков, В. А. Жуков. Устройство обнаружения (идентификации) объектов с помощью линии задержки на ПАВ-Новочеркасск: ЮРГТУ, 2001.
6. Материалы для акустоэлектронных устройств: учебное пособие / Балышева О.Л.; ГУАП. СПб., 2005.