RFID와 응용

RFID and application

永井定夫 / 코토부키폼(주) 개발실

1. RFID란

RFID란 'Radio Frequency Identification'의 약자로서 일반적으로는 비접촉형 ID 식별시스템으로 일컬어지고 있으며 전파를 사용하여 RFID를 부착한 사람이나 사물의 식별을 비접촉으로 행하는 시스템을 말한다. RFID 시스템에서는 'RFID Tag'와 '리더라이터'로 불리는 입력기, 그밖에 어플리케이션 소프트웨어를 탑재한 컴퓨터로 구성되어있다. RFID 태그와 리더라이터의 사이에는 전파에 의한 비접촉 통신이기 때문에 예를 들어 태그가 골판지상자 안에 들어가 있어도 혹은 물건들 속에 가려져 있어도 데이터를 읽어들이거나 데이터를 입력하는 것이 가능하다. 오늘날에는 다양한 RFID 태그가 존재하며 그 각각의 태그에는 개개의 성능과 특징에 차이가 있다.

2. 통신 원리와 사용 주파수 특징

RFID 시스템에서는 리더라이터 즉 태그 측에 각각의 안테나가 있으며 그 사이에서 전파에 의해 통신이 행해지고 있다고 말하지만 주파수 대역에 따라 그 구조는 다르게 되어 있다.

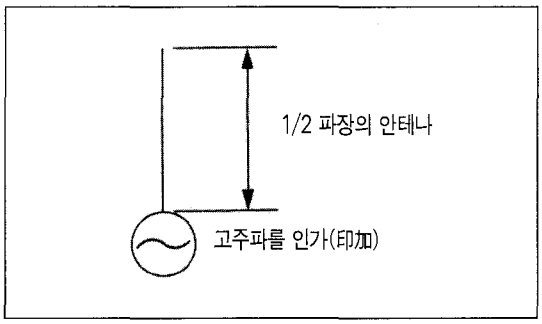
2-1. 전파에 의한 통신

마이크로파에는 1/2 파장의 다이폴안테나에 교류의 주파수전압을 가했을 때에 전류는 안테나의 끝부분에서 반사되어 돌아온다.

안테나의 길이가 1/2 파장이라면 돌아온 전파 다음에 가해질 전파가 공진하여 에너지가 최대가 되어 안테나에서 전파가 발사된다.

예를 들어 2.45GHz의 IC 태그에서는 약

〔그림 1〕 전파에 의한 통신의 원리



〔표 1〕 주파수와 파장

주파수	파장
13.56(MHz)	11.06(m)
950(MHz)	166(mm)
2.45(GHz)	61(mm)

60mm(1/2 파장)의 다이폴안테나로 통신하는 것이 가능해진다.

또한 UHF대(950MHz)의 태그에서는 약 160mm의 직선적인 안테나에 IC칩을 실제 장치하는 것이 된다.

주파수와 그 파장을 〔표 1〕에 나타내었다.

2-2. 유도전자계에 의한 통신

13.56MHz에서는 1/2 파장이 약 11m로 길어진다. 그러나 예를 들어 JR 동일본(일본철도)의 'Suica(스이카)' 카드에 10m 이상의 길이가 되는 직선의 안테나를 사용해서는 개찰구를 통과할 수가 없다.

거기서 실제로는 13.56MHZ의 비접촉IC카드의 인렛(Inlet)(IC칩과 안테나를 접합시키는 물건)은 일반적으로 소용돌이 코일의 형상을 하고 있다.

이 소용돌이 코일은 미소(微小)루프 안테나라고 불려 전파에 의한 통신과는 다른 방법으로 통신을 행하고 있다.

즉, 전자파의 자속(磁束)이 발생되는 기전력으로 IC칩을 동작시키고 있다.

리더라이터에서는 13.56MHz의 전파가 발사되지만 동시에 자계가 형성된다.

루프안테나(코일)를 통과할 자속에 의해 소용돌이 코일에는 전류가 흘러 IC칩에 압력을 인가(印加)한다. 즉 유도전자계에 의해 메모리데이터를 입력하거나 인식한 데이터 통신을 행하는 것이다. 이 경우에도 코일은 13.56MHz로 공진시킨다.

일반적으로 자계가 형성되는 거리는 짧기 때문에 통신거리는 높은 출력에서도 90cm 정도가 한계라고 일컬어지고 있다.

또한 13.56MHz에서는 일반적으로 태그가 크

〔표 2〕 주파수에 따른 태그 특징

구 분	전파의 지향성과 안테나의 설치	수분	금 속	전파의 간섭	통신거리 일반치
13.56MHz	느림	○	자성체를 붙이면 가능하지만 통신거리가 짧아진다.	◎	최대 약 1m
950MHz(UHF)	전파의 반사에 의해 통신거리가 감소하는 경우도 있다.	△	태그가공방법에 따라 가능하지만 전파의 반사에 따라 곤란한 경우도 있다.	휴대전화와의 전파간섭, 현재 전파의 사용방법의 조정 중	8m 정도 입력은 5m
2.45GHz (마이크로파)	전파의 지향성은 주파수가 높아질수록 명확하게 나타난다. 전파의 반사에 의해 통신거리가 감소하는 경우도 있다.	×	태그가공방법에 따라 가능하지만 전파의 반사에 따라 곤란한 경우도 있다.	무선 LAN과의 전파간섭에 주의	수 m 정도이지만 코일 온 칩에서는 거의 접촉상태

면 통신거리도 커진다.

그러나 소형 태그에서도 공진주파수가 적절하게 튜닝이 되면 어느 정도의 통신을 하는 것이 가능하다.

주파수에 따른 태그의 특징을 〔표 2〕에 게시하였다.

3. 보안(security)

IC칩에는 주파수에 따른 차이 이외에 보안의 차이가 중요하다.

전차나 버스 등의 교통기관과 포인트 카드, 프리페이드 카드, 입 · 퇴출 관리 등과 같이 금전의 거래와 개인정보를 입력할 수 있는 어플리케이션에 있어서도 비접촉IC카드가 널리 활용되고 있다.

일반적으로 비접촉IC카드의 보안은 카드 쪽에 암호나 패스워드를 입력하여 태그와 리더라이터의 통신에 있어서 통신의 인증을 하여 허가된 리더와 태그 안에서만 데이터의 교환이 가능하게 하고 있다.

더욱이 통신은 암호화되어 만에 하나 읽혀졌다고 하더라도 해독이 어렵게 되어있다.

한편 물류용에 사용되는 RFID 태그에서는 어떤 리더라이터에서도 태그의 데이터를 읽을 수 있는 것이 필요하여 유저가 카드 안에 입력한 데이터는 모두 읽을 수가 있다. 그런 의미에서는 이용도에 있어서의 보안은 없다.

대개의 경우는 IC칩 제조메이커가 개개의 IC칩에 입력 변경한 시리얼넘버(유니크 ID)를 부여하고 있다.

현재에 화제가 되고 있는 IC칩 태그의 국제규격에서 태그의 ID를 포함하여 코드부여의 규격이 검토되고 있다.

4. 구성과 요소기술

4-1. 인렛(Inlet)

IC칩과 전파를 수신하는 안테나를 접합시킨 RFID 태그의 내용물을 '인렛'이라고 한다. IC카드와 RFID 태그의 인렛은 원리적으로는 같은 물건이 사용되고 있다.

4-1-1. 카드용 인렛에 넣는 방법

카드용 인렛의 실장방법은 크게 다음의 2종류로 나뉜다.

① 미리 IC를 넣어 몰딩한 IC칩 모듈에 동권선(銅卷線)을 접합하여 카드 안에 라미네이트하여 넣은 것.

② 플립 칩에 넣어 인렛을 라미네이트 한 것.

①의 넣는 방법은 대부분 13.56MHz의 카드로서 활용된다. 얇고 저가의 카드에는 ②의 플립 칩에 넣는 인렛이 적합하다.

물리적인 응력에 대해서는 IC 보호가 필요하

〔사진 1〕 IC칩 웨이퍼

다. 특히 IC칩 사이즈가 1mm 각 이상의 IC에 있어서는 스텐레스 보호판이 부착되어 있는 것이 일반적이다.

IC 카드에 관해서는 JIS에 규정되어진 강도측정시험방법이 있다.

4-1-2. RFID용 플립칩 인렛 구성

1) IC칩

IC칩은 웨이퍼로 불리는 엔반(円盤)상으로 만들어진다. [사진 1] 1장의 웨이퍼 사이즈는 6인치거나 8인치이다.

또한 1장의 웨이퍼에는 예를 들어 30,000개의 IC가 형성되어 있다. 그 각각의 IC에는 패턴의 요소와 전극이 그려져 있다.

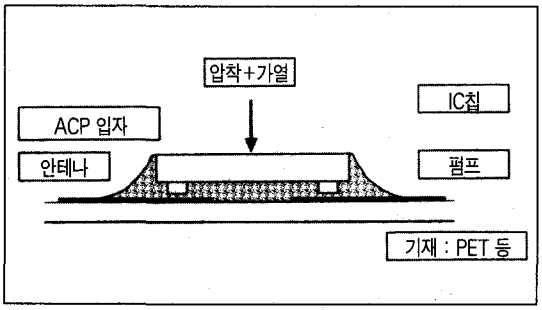
RFID 태그의 구성부재 중에 이 IC칩의 코스트가 가장 큰 부분을 점하고 있다. 그렇기 때문에 IC칩의 코스트를 낮추기 위해서는 웨이퍼의 대형화와 IC칩 1개의 사이즈를 가능한 한 소형화가 진행되고 있다. 최근에는 0.3~0.4mm의 IC가 개발되어 있다.

2) 안테나 기본재료

코스트가 가장 중요시 되는 RFID 태그의 경우 안테나 기본재료에는 PET나 PI 필름이 많이 사용되고 있다.

많은 경우에는 기본재료를 롤필름으로 하여 동과 알루미늄상자를 에칭(etching)하는 방법으로 안테나 기재를 작성하고 있으나 도전성(導電性) 잉크를 인쇄하여 제작하는 방법과 그 외의 여러 방법이 검토되고 있다. 특히 오픈마켓을 목표로 한 물류태그에서는 안테나 부분의 코스트 비율도 높아지기 때문에 안테나 제조방법과 정도가 과제가 된다.

[그림 2] IC칩 실장(ACP 플립 칩 실장)



4-1-3. 실장(實裝)

IC칩을 안테나기재에 접합하는 것을 실장(實裝)이라고 한다. 여기서는 코토부키폼(주)에서 적용하고 있는 플립칩의 실장[도면 2]을 설명하겠다.

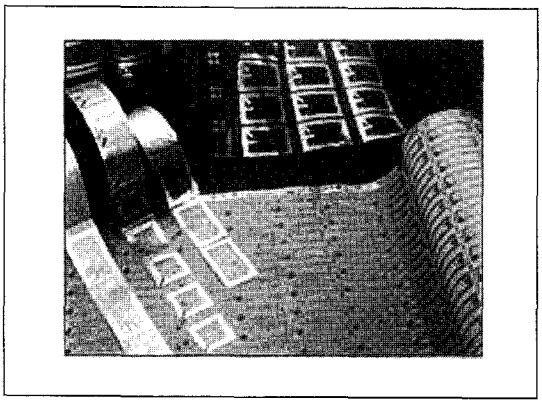
먼저 IC칩 전도부분에 '펌프'로 불리는 접합단자를 부착한다.

접합에는 ACP(Anisotropic Conductive Paste)라 불리우는 수지를 사용한다. 이 수지는 도전성의 입자를 포함하며 IC칩을 가열 · 압착하면 도전입자가 펌프와 안테나의 전극 간에서는 절연을 유지하는 것이 가능하다.

[표 3] 주파수에 의한 인렛 형상의 이미지

2.45GHz (마이크로파)	약 60mm
950MHz (UHF)	약 25 × 120mm
13.56MHz	45 × 75mm

〔사진 2〕 실장 후 롤인렛



〔표 3〕에 주파수에 의한 인렛형상의 이미지를 정리했지만 2.45GHz 태그에 있어서는 일반적으로 60mm 정도의 길이의 안테나가 필요해 진다.

950MHz(UHF 태그)에 있어서는 일반적으로 90mm각 또는 120mm의 길이가, 또한 13.56MHz에서는 ϕ10mm부터 카드사이즈 태그 안테나가 사용되고 있다. 이와 같이 UHF 대역의 태그가 큰 것을 알겠지만 UHF 대역 태그의 소형화 개발이 기대되고 있다.

〔사진 2〕에 실장 후의 롤인렛의 외관을 실어보았다.

4-2. 실장의 신뢰성

만약 태그의 인식이 나쁘거나(고장 및 인식거리의 차이), 카드가 읽히지 않거나 할 때에는 시스템의 전체가 동작하지 않는다. 이것은 물류에서 보안에서도 큰 문제가 되기 때문에 태그와 카드의 신뢰성이 시스템 운용에 있어서 크게 중요하다.

그렇기 때문에 내습성, 구부림의 강성, 점압력(点壓力), 긁어서 떼어냄, 내열 충격 등 신뢰성의 평가기준 등을 정하여 제품검사를 하여 충분한 신뢰성을 얻을 수 있는 소재와 가공방법의 최적화를 목표로 하는 것이 중요하다.

4-3. IC 태그 후가공

RFID 태그에 있어서는 롤의 기재에 IC를 실장한 인렛이 그대로 엔드유저로 활용되는 것은 없다. 태그를 사물에 부착하거나 옮길 때에는 항상 어떤한 가공이 필요하다. 이하에 가공종류와 사용례를 기술하였다.

1) 라벨가공

표면에는 감열지(感熱紙) 등을 부착하여 롤인렛에서 개편(個片)으로 잘라낸 인렛을 도입하여 씰 가공을 한 상태로 목적물에 부착하여 사용한다. 예를 들어 상품의 상자외부에 부착하여 내용물을 확인한다(항공수하물, 국제물류, 대형판매점, 어패럴(Apparel)브랜드 품의 진위판정 등).

2) 종이카드

간이카드로서 인렛의 겉과 속에 종이를 붙여 모양을 발췌하는 가공을 한 것으로 사용사례로는 가격표와 어패럴, 보석, 구두 등의 물류관리와 가격 태그가 있다.

3) 코인가공

RFID 인렛을 코인 등으로 수지 성형하여 보강을 한 것이다. 동물의 트레서빌리티(이어링)와 유희산업의 코인이다.

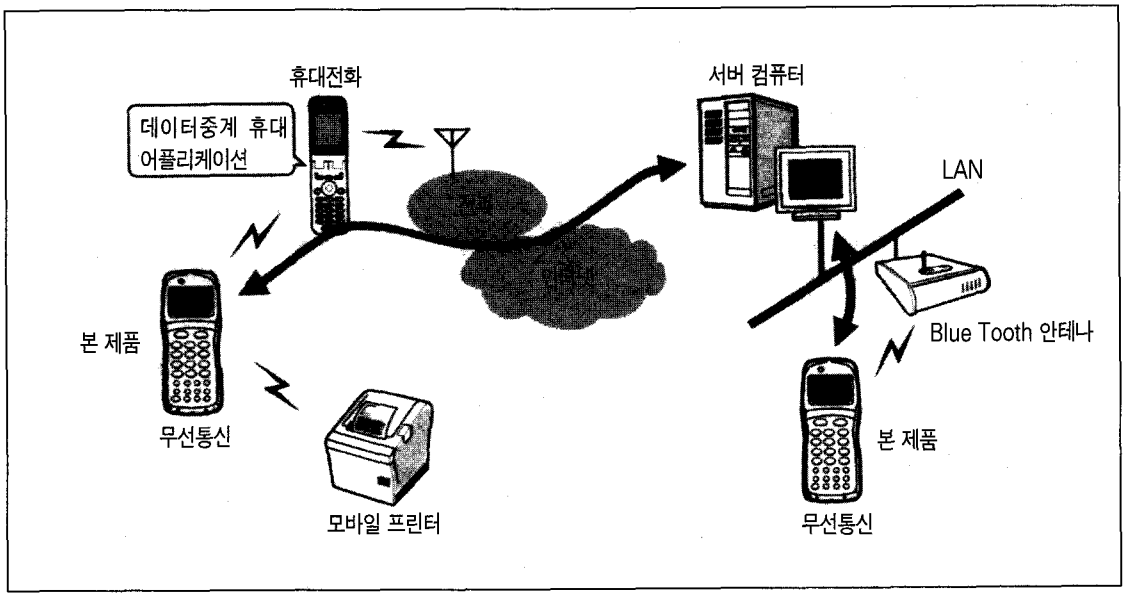
4) 그 밖의 후가공

그 외의 형상가공을 아래에 기술하였다.

① 팔찌 : 리스트밴드(Wrist Band)에 RFID를 장착한다. 레저시설, 사우나, 스포츠 시설의 라커, 병원에 있어서의 환자의 인식용으로 쓰인다.

② 키홀더 : 아파트의 열쇠

〔그림 3〕 핸디터미널 구성



5. IC 태그 물류관리시스템

IC 태그를 이용한 기기의 물류관리시스템의 일례를 이하에 소개한다.

이 경우에서는 제조메이커로부터 제조 후 직접 출하되는 물품과 일단 창고에 보관한 뒤 며칠 지나 배송하는 경우, 그 밖에 출하 장소에서부터 대체품을 회수하여 창고에 보관하는 경우가 있었다. 어떤 경우에도 엄밀한 트레서빌리티가 요구되었다.

5-1. 조건

태그를 붙일 면적이 작기 때문에 소형의 태그가 요구된다.

16×30mm 태그를 개발. IC칩은 보강된 경우에 봉입되어 반복하여 사용된다.

5-2. 운용

구체적인 운용에 있어서는 아래와 같은 요건에 따라 진행된다.

① 메모리 부분에는 제조메이커의 거점, 제조연월일, 제품시리얼넘버가 입력된다.

② 메이커에서 제조된 목적물에 태그가 부착되어진다.

③ 물류창고에 일단 보관된다.

④ 핸디터미널 데이터를 읽어들여 Blue Tooth를 중재하여 휴대전화로 데이터를 서버로 전송한다〔그림 3〕.

⑤ 출하시점에 핸디터미널로 제품의 시리얼 넘버의 데이터를 확인한다.

⑥ 회수품은 회수한 시점으로 태그를 붙이는 작업을 하여 순차적으로 전수관리가 가능한 체제를 구축한다.

6. 결론

RFID는 재료와 제조기술이 진보하여 코스트가 낮아지고 있지만 태그를 일회용으로 운용이 가능한 레벨에는 아직 도달하지 못했다.

코토부키폼(주)의 운용사례에도 태그가 몇 번이고 입력변경이 가능하다고하는 기능을 활용하여 반복하여 사용하는 것에서 코스트의 균형을 잡고 있다.

한편 RFID 태그의 국제규격이 제정되고 있기 때문에 지금까지와는 차원이 틀린 대규모의 프로젝트가 계획되어 진행하고 있다.

코토부키폼(주)는 현상의 기술에서의 RFID 제조에 있어서도 양산을 하게 되면 종종 문제가 발생되어왔다.

최종제품의 요구품질, 수량, 가격에 대응하기 위해서는 소재의 하나하나를 총합적으로 개발하여 나아가지 않으면 안 되는 상태이다.

이와 같은 개발은 일개 기업만의 노력으로 달성 가능한 것이 아니다. 그러기 위해서는 기업 간의 종합적인 노력이 필요한 것이다.

모든 재료와 공정의 레벨을 높여가는 과정에서 축적된 노하우는 중요한 재산이라고 말할 수 있다.

더욱이 장래에 있어서의 제품기술의 변혁에 대응하기 위해서 이 노하우는 중요한 요소이기도 하다.

또한 전략적인 면에 있어서는 RFID 비즈니스에 많은 참고하여 정보와 노하우를 축적하여 가는 것이 중요할 것이다. ko

사단법인 한국포장협회 회원가입 안내

물의 흐름이 자연스러운 것은 물길이 나아있기 때문입니다.
포장산업이 강건하려면 미래를 내다보는 안목이 필요합니다.
포장업계의 발전이 기업을 성장시킵니다.
더 나은 앞날을 위해 본 협회에 가입하여 친목도모는 물론 애로사항을 협의하여
새로운 기술과 정보를 제공받아야 합니다.
포장업계에서 성장하기 원하시면 (사)한국포장협회로 오십시오.

(사)한국포장협회
TEL. 02)835-9041~5