



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년05월29일
(11) 등록번호 10-0833455
(24) 등록일자 2008년05월22일

(51) Int. Cl.

G06K 17/00 (2006.01) G06K 19/07 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2006-0108881

(22) 출원일자 2006년11월06일

심사청구일자 2006년11월06일

(65) 공개번호 10-2008-0040914

(43) 공개일자 2008년05월09일

(56) 선행기술조사문헌

KR1020050027100 A

전체 청구항 수 : 총 5 항

(73) 특허권자

엘에스산전 주식회사

경기 안양시 동안구 호계1동 1026-6

(72) 발명자

김범열

경기도 안양시 만안구 석수2동 석수LG빌리지아파트 408동 306호

(74) 대리인

정종욱, 조현동, 진천웅

심사관 : 김창주

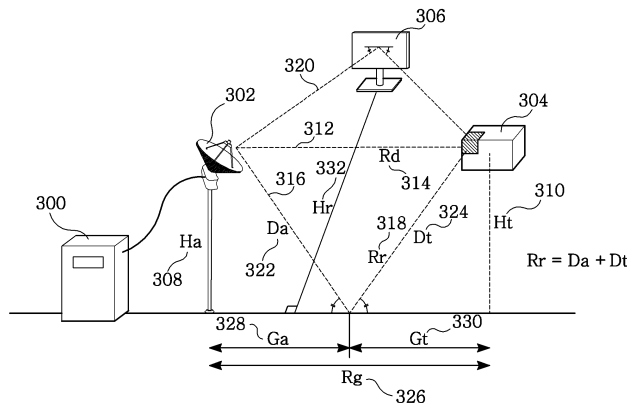
(54) RFID 시스템

(57) 요약

본 발명은 태그의 인식구간을 확장할 수 있는 RFID 시스템에 관한 것이다.

본 발명에 의하면, UHF 대역의 리더(reader) 안테나와 태그(tag) 사이의 거리에 따라 태그를 인식하지 못하는 구간에서 태그를 부착한 인식대상이 존재하거나 리더 안테나와 태그 사이에 장애물이 존재하여 태그를 인식할 수 없는 경우에 전자파 반사재를 사용하여 인위적인 반사파를 추가함으로써 리더 안테나가 태그를 인식할 수 있게 한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

소정의 인식대상에 부착되고, 그 인식대상의 식별 정보와 데이터 정보를 저장하고 있는 UHF 대역의 태그;

상기 태그에 송신하기 위한 특정 주파수를 갖는 질문신호를 변조하고, 상기 태그가 역산란 변조를 하여 반송하는 신호를 인식 및 처리하는 UHF 대역의 리더;

상기 리더에서 변조된 질문신호를 송신하고, 상기 태그에서 반송하는 신호를 수신하여 리더로 보내는 리더 안테나;

상기 리더 안테나에서 발산되는 전자파를 반사하여 반사파를 발생시키고, 상기 반사파를 상기 태그가 수신하여 상기 태그의 수신전력을 증폭시킬 수 있도록 지면, 천장 및 측면 중 적어도 하나의 위치에 설치되는 전자파 반사재를 포함하여 이루어지는 RFID 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서, 상기 전자파 반사재의 위치는;

하기 수학적 식 1 및 수학적 식 2를 만족시키면서 상기 전자파 반사재가 상기 리더 안테나와 태그 사이의 직진 경로에 직교하는 거리 (H_r)은 상기 반사파와 직진파가 동위상이 되어 태그의 최소 동작 전력이상이 측정되는 위치에 설치되는 것을 특징으로 하는 RFID 시스템.

수학적 식 1

$$P_r = P_t \cdot \left(\frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 \left[\sqrt{G_{r1}G_{t1}} \frac{e^{-jk_0R_d}}{R_d} + \sqrt{G_{r2}G_{t2}} \frac{\Gamma_1 e^{-jk_0R_{r1}}}{R_{r1}} + \sqrt{G_{r3}G_{t3}} \frac{\Gamma_2 e^{-jk_0R_{r2}}}{R_{r2}} \right]^2$$

여기서, P_r 은 태그에 도달한 전체 전력, P_t 는 리더 안테나에서 송신하는 전력, R_d 는 리더 안테나와 태그와의 직진파의 거리, R_{r1} 은 지면에 의한 반사파 경로의 직선거리, R_{r2} 는 전자파 반사재를 통해 추가된 반사파 경로의 직선거리이고, λ 는 리더 안테나에서 송신되는 전자파의 파장, G_{r1} , G_{t1} 은 각각 리더 안테나와 태그와의 직진 각도에서의 리더 안테나와 태그 안테나 이득, G_{r2} , G_{t2} 는 각각 지면에 의해 반사된 각도에서의 리더 안테나와 태그 안테나의 이득, G_{r3} , G_{t3} 는 각각 전자파 반사재를 통해 반사된 각도에서의 리더 안테나와 태그 안테나의 이득이며, K_0 는 자유공간의 전파상수($2\pi/\lambda$)이고, Γ_1, Γ_2 는 각각 지면과 전자파 반사재에 의한 반사계수이다.

수학적 식 2

$$R_{r2} = R_a + R_t$$

$$= \sqrt{G_a^2 + H_r^2} + \sqrt{G_t^2 + H_r^2}, \quad G_t = R_g - G_a$$

여기서, R_{r2} 는 상기 전자파 반사재를 통해 추가된 반사파 경로의 직선거리이고, R_a 는 상기 리더 안테나로부터 전자파 반사재까지의 거리, R_t 는 전자파 반사재에서부터 태그까지의 거리, R_g 는 리더 안테나에서 송출되어 태그에 수신되는 직진파 경로의 거리이고, G_a 는 리더 안테나로부터 전자파 반사재에 반사되는 지점까지의 리더 안테나와 태그의 직진파 경로 상의 거리, G_t 는 전자파 반사재에서부터 태그까지의 리더 안테나와 태그의 직진파 경로 상의 거리이며, H_r 은 상기 전자파 반사재가 상기 리더 안테나와 태그 사이의 직진 경로에 직교하는 거리이다.

청구항 3

제 1항에 있어서, 상기 전자파 반사재의 위치는;

상기 전자파 반사체에 의해 반사되는 반사파가 스넬의 법칙을 만족하면서 직진파와 동위상이 되도록 함으로써 태그의 수신전력을 증폭시킬 수 있는 2곳 이상의 위치에 설치되는 것을 특징으로 하는 RFID 시스템.

청구항 4

제 1항에 있어서, 상기 전자파 반사체의 위치는;

상기 리더 안테나와 태그가 동일한 높이에 설치되고, 상기 전자파 반사체의 상기 리더 안테나와 태그 사이의 직진 경로에 직교하는 거리는 상기 리더 안테나 및 태그의 높이와 동일한 것을 특징으로 하는 RFID 시스템.

청구항 5

제 1항에 있어서, 상기 전자파 반사체는;

Fe, Ag, Al, Ni, Au 또는 이들의 합금으로 이루어진 것을 특징으로 하는 RFID 시스템.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

- <7> 본 발명은 전자파 반사체를 이용하여 태그(tag)의 인식구간을 확장시킬 수 있는 RFID 시스템에 관한 것이다.
- <8> RFID(Radio Frequency IDentification)는 무선 주파수를 이용하여 원격 사물에 부착된 태그를 인식함으로써 사물을 인식, 추적, 통제할 수 있는 기반을 제공하는 기술이다. 기존의 바코드의 경우처럼 레이저 판독기를 바코드에 직접 접촉을 하거나 가시대역 상에서 스캐닝을 해야 했던 것과는 달리, RFID 방식은 사물에 전파를 매개로 하는 초소형 칩(Chip)과 안테나를 태그 형태로 부착하여 처리하는 비접촉형 자동 식별 기술로서 포장 상태나 대상 표면의 재질, 환경 변화 여부 등에 관계없이 항상 인식이 가능하다. 또한 바코드와 비교하여 훨씬 많은 양의 정보 교환이 가능하고, 인식거리 또한 1.5 ~ 27m로 매우 길며, 금속을 제외한 장애물의 투과도 가능하다.
- <9> 이러한 많은 장점으로 인해 RFID는 최근 산업계에서 바코드의 뒤를 이을 차세대 기술로 각광받고 있고, 그 적용 분야도 정보통신은 물론 물류, 유통, 교통, 보안, 출입통제 등 다양한 분야에 응용이 가능하다.
- <10> RFID 시스템은 기본적으로 태그(tag), 리더(reader), 리더 안테나 그리고 태그로부터 읽어들이는 데이터를 처리할 수 있는 데이터 처리 시스템으로 구성된다.
- <11> 태그는 데이터를 저장하고 있는 메모리, IC회로, 마이크로 프로세서, 안테나로 구성되어 있으며, 수동형과 능동형으로 구분된다. 이는 내부의 에너지원 존재 여부로 구분되는데, 수동형 태그의 데이터 전송방식은 역산란(Backscatter) 변조방식을 사용한다. 여기서, 역산란 변조란 리더로부터 송출된 전파를 태그가 수신한 후, 그로부터 자신이 기동할 전력을 생성하고, 산란시켜 다시 리더로 전송할 때 그 산란되는 전파의 크기나 위상을 변조하여 태그의 식별 코드나 정보를 보내는 방법이다.
- <12> 이와 같이 태그를 부착한 사물이 리더의 인식영역 내에 놓이게 되면, 리더는 특정한 반송 주파수(Carrier Frequency)를 갖는 질문(Interrogation) 신호를 변조하여 태그에 보내고, 태그는 그 질문에 응답한다. 즉, 리더는 특정 주파수를 가지는 연속적인 전자파를 변조하여 태그로 질문 신호를 송출하고, 태그는 리더로부터 송출된 전자파를 수신 후, 태그 칩의 내부 메모리에 저장된 정보를 리더에게 전달하기 위하여 상기 전자파를 역산란 변조(Back-Scattering Modulation)시켜 리더로 되돌려 보낸다.
- <13> UHF 대역 RFID의 사용주파수는 860 ~ 960MHz를 사용하는 것으로 되어 있으나, 각국의 사용주파수와 주파수 호핑(Frequency Hopping) 등의 주파수 선택 방식을 해당 국가의 법률과 규정을 따르도록 위임하고 있다. 대한민국은 908.5 ~ 914MHz의 대역을 RFID 허용주파수로 결정하였다.
- <14> 대한민국의 RFID 관련 전파법을 살펴보면 RFID 리더의 전파출력은 1W 이하, 실효등방성복사전력(EIRP: Effective Isotropic Radiated Power)은 4W 이하 이어야 하므로 안테나 이득은 6dBi를 넘어서면 안 되는 제한이 있다. 또한 주파수 호핑 범위는 908.5 ~ 914MHz 이고, 채널당 주파수 대역 폭은 200kHz 이므로, 상기 조건대로 리더가 일반적으로 태그(일반적인 RFID 수동형 태그의 최소전력은 100uW)를 인식할 수 있는 거리를 계산하면

약 8m 정도가 된다.

- <15> 그러나 상기와 같이 유추하여 계산된 태그의 인식 범위는 전자파의 반사가 없는 이상적인 환경일 경우에 대한 것이고, 실제로 RFID 시스템이 사용되는 환경은 지면 등에 의한 반사파가 존재할 수 있다. 따라서 상기 반사파와 직진파의 간섭으로 인해 태그에 공급되는 전력이 약해질 수 있는 문제점이 있다.
- <16> 도 1은 기존의 UHF 대역의 RFID 시스템을 개략적으로 도시한 것이다.
- <17> 도 1을 참조하면 UHF 대역의 RFID 시스템은 UHF 대역의 리더(100), UHF 대역의 리더 안테나(102), UHF 대역의 태그(104)로 구성되어 있다.
- <18> 상기의 리더 안테나(102)가 송출하는 전자파의 직진파(LOS: Line Of Sight)(112)와 지면 등에 의한 반사파(114)가 태그(104)에 동시에 도달할 경우, 이러한 반사파(114)는 전자파가 갖는 주기적인 특성상 직진파(112)와 간섭을 일으킬 수 있고, 이로 인해 리더(100)가 태그(104)를 인식하지 못하는 구간이 생길 수 있다.
- <19> 상기 리더(100)가 태그(104)를 인식하지 못하는 영역이 생기는 이유는 리더에 의해 태그로 공급되는 전력이 지면에 의한 반사파의 간섭으로 인해 상쇄되어 태그가 동작하기 위한 충분한 전력을 공급받지 못하기 때문이다.
- <20> 상기의 현상, 즉 리더가 태그를 인식하지 못하는 구간이 어느 곳에 발생하느냐의 문제는 리더 안테나와 태그의 높이, 그리고 리더 안테나와 태그 사이의 거리에 따라서 결정될 수 있다.
- <21> 도 2는 리더 안테나(102)의 높이 H_a (106)가 1.4m 이고, 태그(104)가 위치하는 높이 H_t (108)가 1m인 경우 리더 안테나와 태그 사이의 거리 R_g (110)에 따른 태그의 수신전력의 세기에 대한 실험결과를 나타내는 그래프이다. 상기 실험 결과는 리더 안테나 또는 태그의 높이에 따라 달라질 수 있다.
- <22> 도 2를 참조하면, 태그(104)가 동작하기 위한 최소전력을 100uW 라고 했을 때, 리더 안테나(102)와 태그(104) 사이의 거리가 2.5 ~ 2.8m 인 구간(200)에서는 태그의 수신전력의 세기가 약한 것을 확인할 수 있는데, 바로 이 부분이 리더가 태그를 인식하지 못하는 구간이 된다. 또한 리더 안테나가 인식 가능한 최대 거리는 약 4.8m 이고, 원거리에 해당하는 6 ~ 8.8m 구간에서는 반사파와 직진파가 공진하여 신호가 커지기 시작하지만, 이 경우에는 거리에 따른 전자파 세기의 손실이 크므로 태그가 동작하기 위한 최소 전력에 미치지 못하여 리더가 인식할 수 없는 문제점이 있다.
- <23> 또한, 리더 안테나와 태그 사이에 장애물이 존재하는 경우에도 직진파가 차단되어 태그를 인식할 수 없는 문제점이 발생할 수도 있다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <24> 따라서, 본 발명의 목적은 UHF 대역의 주파수 특성을 활용하여 직진파와 반사파의 간섭으로 인해 태그를 인식하지 못하는 구간이나 원거리, 장애물 등으로 태그를 인식하지 못했던 특정 구간이 발생하는 문제점을 해결하기 위해 본 발명에 의해 특정되는 위치에 전자파 반사재를 설치하여 태그를 인식할 수 있는 RFID 시스템을 제공하는 데 있다.

발명의 구성 및 작용

- <25> 상기 목적을 달성하기 위한 본 발명은, 소정의 인식대상에 부착되고, 그 인식대상의 식별 정보와 데이터 정보를 저장하고 있는 UHF 대역의 태그, 전자파를 송신 및 수신하는 리더 안테나, 특정 주파수를 갖는 질문신호를 변조하여 상기 태그에 송출하고, 상기 태그가 역산란 변조를 하여 반송하는 신호를 수신하는 UHF 대역의 리더, 상기 태그가 수신하는 전자파 반사재를 통한 인위적인 반사파가 스넬의 법칙을 만족하면서 직진파와 동위상이 되게 함으로써 태그의 수신전력을 증폭시킬 수 있는 위치에 설치되는 전자파 반사재를 포함하여 이루어지는 것을 특징으로 한다.
- <26> 한편, 상기 전자파 반사재는 전자파 반사율이 높은 Ag, Al, Ni, Au 또는 이들의 조합으로 이루어진 것을 특징으로 한다.
- <27> 이하, 도 3 내지 도 6을 참조하여 본 발명의 목적, 특징 및 장점들을 보다 상세히 설명한다.
- <28> 도 3은 본 발명의 일 실시예로서 리더 안테나(302)가 태그(304)를 인식하지 못하는 구간이 발생하는 것을 방지하기 위해 효과적인 위치에 전자파 반사재(306)를 설치한 RFID 시스템을 개략적으로 표시한 것이다. 본 발명의 바람직한 실시예에 따른 RFID 시스템은 리더(300), 리더 안테나(302), 태그(304), 전자파 반사재(306)를 포함한다

다. 그리고 본 발명을 구성하는 리더 안테나 및 태그 안테나는 900MHz정도의 UHF 주파수 대역을 사용한다.

- <29> 상기 리더(300)는 태그에 질문(Interrogation) 신호를 보내기 위해 특정한 반송 주파수(Carrier Frequency)를 가지는 RF 신호를 변조하고, 리더 안테나(302)를 통해 발산한다. 또한, 태그가 전송하는 식별정보나 데이터 정보 등을 입력받는 역할도 수행한다.
- <30> 상기 리더 안테나(302)는 일정 범위 내에 있는 태그(304)를 인식하기 위하여 전자파를 발산한다. 발산되는 전자파는 인식범위 내에 있는 태그(304)에 송신된다.
- <31> 상기 RFID 태그(304)는 일반적으로 다양한 형태의 인식대상이 되는 사물에 부착이 가능하며 그 위치가 이동될 수 있다. 상기 태그(304)는 리더 안테나(302)에서 발산되는 전자파의 인식 범위 내에 위치하게 되면, 상기 리더 안테나(302)로부터 발산되는 전자파를 수신한다.
- <32> 상기 전자파 반사재(306)는 상기 리더(300)가 상기 태그(304)를 인식할 수 없는 특정 구간에 태그(304)를 부착한 인식대상 사물이 존재하는 경우나 장애물 등으로 인해 태그(304)를 인식할 수 없는 경우에 상기 리더 안테나(302)에서 발산되는 전자파를 반사하여 인위적인 반사파를 상기 태그(304)가 수신하게 하고 태그의 수신전력을 증폭시킴으로써 리더 안테나(302)가 태그(304)를 인식할 수 있게 한다.
- <33> 도 3을 참조하면, 리더 안테나(302)의 지면으로부터의 높이를 H_a (308), 태그(304)의 높이를 H_t (310), 지면에서의 리더 안테나(302) 위치와 태그(304) 위치 사이의 거리를 R_g (326)라고 하면, 직진파(312)에 의한 리더 안테나(302)와 태그(304)사이의 직선 거리 R_d (314)는 다음 수학적식으로 나타낼 수 있다.

수학적식 1

<34>
$$R_d = \sqrt{R_g^2 + (H_t - H_a)^2}$$

- <35> 마찬가지로 지면에서 반사되어 태그에 도달하는 반사파(316)의 직선거리 R_r (318)은 다음 수학적식으로 나타낼 수 있다.

수학적식 2

$$R_r = D_a + D_t$$

<36>
$$R_r = \sqrt{G_a^2 + H_a^2} + \sqrt{G_t^2 + H_t^2}$$

- <37> 여기서, D_a (322)는 반사파 경로의 직선거리 중에서 리더 안테나(302)에서 지면까지의 거리, D_t (324)는 지면에서 태그(304)까지의 거리를 말하고, G_a (328)는 리더 안테나에서부터 반사파가 반사되는 지점까지의 지면에서의 거리, G_t (330)는 반사파가 반사되는 지점에서부터 태그까지의 지면에서의 거리를 말한다.
- <38> 상기 G_a 및 G_t 는 리더 안테나의 높이, 태그의 높이 및 리더 안테나와 태그 사이의 거리에 따라 변할 수 있는데, 스넬의 법칙(Snell's Law)에 의해 지면에 입사하는 전자파는 같은 각도로 반사가 되므로 G_a 및 G_t 는 다음 수학적식으로 나타낼 수 있다.

수학적식 3

$$G_a = \frac{R_g \cdot H_a}{H_a + H_t}$$

$$G_t = \frac{R_g \cdot H_t}{H_a + H_t}$$

- <39>
- <40> 한편, 태그(304)에 수신되어지는 전자파에 의해 유기되는 총 수신전압은 리더 안테나(302)로부터 태그까지의 직진파(312)에 의한 수신전압과 지면에 반사되는 반사파(316)에 의해 발생하는 수신전압의 합으로 나타낼 수 있다. 또한, 반사파가 지면에 의한 반사파를 포함하여 n개가 존재한다고 가정했을 때 태그에 유기되는 총 수신

전압은 다음 수학적식으로 나타낼 수 있다.

수학적식 4

$$V_{total} = V_d + V_r$$

$$= c \left[\frac{e^{-jk_0 R_d}}{R_d} + \sum_n \frac{\Gamma_n \cdot e^{-jk_0 R_m}}{R_{rn}} \right]$$

<41>

<42>

여기서, V_d 는 직진파에 의해 유기되는 전압을, V_r 은 지면에 반사되는 반사파에 의해 유기되는 전압을 말하고, R_d 는 직진파 경로의 직선거리이며, R_{rn} 은 반사파 경로의 직선거리를 말한다. c 는 광속(3×10^8 m/s)이고, k_0 는 자유공간의 전파상수이며, Γ_n 은 반사계수를 말한다.

<43>

상기의 수학적식 4를 태그에 들어오는 전력에 대한 일반식으로 변환하면 다음 수학적식 5로 나타낼 수 있다.

수학적식 5

$$P_r = P_t \cdot \left(\frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 \left[\sqrt{G_{r1} G_{t1}} \frac{e^{-jk_0 R_d}}{R_d} + \sqrt{G_{r2} G_{t2}} \sum_n \frac{\Gamma_n e^{-jk_0 R_m}}{R_{rn}} \right]^2$$

<44>

<45>

여기서, P_r 은 태그에 도달한 전체 전력을, P_t 는 리더 안테나에서 송신하는 전력 값을 말하고, R_d 는 리더 안테나와 태그와의 직진파의 거리이며, R_{rn} 은 반사파의 직선거리이다. λ 는 리더 안테나에서 송신되는 전자파의 파장이고, G_{r1} 은 리더 안테나와 태그와의 직진 각도에서의 리더 안테나 이득을, G_{t1} 은 리더 안테나와 태그와의 직진 각도에서의 태그 안테나 이득이며, G_{r2} 는 리더 안테나와 태그와의 반사된 각도에서의 리더 안테나 이득, G_{t2} 는 리더 안테나와 태그와의 반사된 각도에서의 태그 안테나 이득이다. 또한 k_0 는 자유공간의 전파상수($2\pi/\lambda$)이고, Γ_n 는 반사계수이다.

<46>

상기의 수학적식 5는 리더 안테나(302)와 태그(304) 사이의 거리에 따라 태그에 전달되는 전력을 나타내는 것이지만, 이 식을 이용하여 태그를 인식할 수 없는 구간에 대한 최적의 전자파 반사재(306) 설치 위치를 구할 수 있다.

<47>

예를 들어, 리더 안테나(302)가 1m의 높이에 설치되어 있고, 태그(304)가 1m 높이에 위치해 있는 경우에 태그에 수신되는 전자파는 직진파(312) 외에 지면에 의한 반사파(316)만 존재한다고 가정하면, 태그에 수신되는 전력은 상기의 수학적식 5를 이용하여 다음 수학적식으로 나타낼 수 있다.

수학적식 6

$$P_r = P_t \cdot \left(\frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 \left[\sqrt{G_{r1} G_{t1}} \frac{e^{-jk_0 R_d}}{R_d} + \sqrt{G_{r2} G_{t2}} \frac{\Gamma_1 e^{-jk_0 R_{r1}}}{R_{r1}} \right]^2$$

<48>

<49>

여기서, Γ_1 은 지면에 의한 반사파의 반사계수 이고, R_{r1} 은 지면에 의한 반사파 경로의 직선거리를 의미한다.

<50>

도 2를 참조하면, 실험 결과에서 태그(304)가 동작할 수 있는 최소 전력인 100uW이하인 구간이 2.5m ~ 2.8m사이(200)에서 발생하는 것을 볼 수 있다.

<51>

상기 태그의 수신전력이 100uW이하인 구간, 즉 태그를 인식할 수 없는 구간은 지면에 반사되는 반사파(316)에 의한 간섭 때문에 발생하는 것으로, 상기 수학적식 6의 오른쪽 항목과 관계가 있는 것이다.

<52>

따라서, 태그(304)의 수신전력이 측정되면 스넬의 법칙과 상기의 수학적식 1 내지 수학적식 3 및 수학적식 6을 통해서 지면에 의한 반사파(316)의 반사지점을 알아낼 수 있다.

<53>

상기 지면에 의한 반사파(316)의 반사지점을 알아낸 것과 동일한 방법으로 전자파 반사재의 효과적인 설치위치

를 찾아낼 수 있다.

- <54> 본 발명에 따르면, 상기 직진파(312)와 지면에 의한 반사파(316)의 간섭으로 인하여 태그에 공급되는 전력이 상쇄되는 것을 억제하기 위하여 전자파 반사재(306)를 이용하여 또 다른 반사파를 인위적으로 추가할 수 있다.
- <55> 도 3를 참조하면, 리더 안테나(302)와 태그(304) 사이의 특정 구간에 전자파 반사재(306)를 설치하여 인위적으로 반사파(320)가 추가된 것을 볼 수 있는데, 상기의 추가된 반사파(320)의 영향을 고려하여 태그(302)에 수신되는 전력은 상기 수학식 5를 다음 수학식으로 나타낼 수 있다.

수학식 7

$$P_r = P_t \cdot \left(\frac{\lambda}{4\pi} \right)^2 \left[\sqrt{G_{r1}G_{t1}} \frac{e^{-jk_0R_d}}{R_d} + \sqrt{G_{r2}G_{t2}} \frac{\Gamma_1 e^{-jk_0R_{r1}}}{R_{r1}} + \sqrt{G_{r3}G_{t3}} \frac{\Gamma_2 e^{-jk_0R_{r2}}}{R_{r2}} \right]^2$$

- <56> 여기서, G_{r3} , G_{t3} 는 각각 전자파 반사재를 통해 반사된 각도에서의 리더 안테나와 태그 안테나의 이득이고, R_{r2} 는 전자파 반사재(306)를 통해 추가된 반사파(320) 경로의 직선거리를 말한다.
- <58> 본 발명에 따르는 상기 전자파 반사재(306)는 리더 안테나(302)가 태그(304)를 인식하지 못하는 구간에서 태그의 수신 전력이 100uW 이상 되도록 하는 위치에 스넬의 법칙에 따라 설치되어야 한다.
- <59> 한편, 상기 전자파 반사재(306)에 의해 추가되는 반사파(320)에 의해 상기 태그에 수신되는 전력은 전자파의 특성상 증폭이 될 수도 있고 감쇄가 될 수도 있는데, 이는 전자파 반사재(306)로부터 리더 안테나(302)와 태그(304) 사이의 직진 경로에 직교하는 거리인 H_r (332)에 따라 달라진다. 이는 상기 거리 H_r (332)이 바뀌면, 상기 추가되는 반사파(320)의 경로가 변경되기 때문에 직진파(312) 및 지면에 의한 반사파(316)와의 위상차로 인해 태그(304)의 수신전력이 증폭이 될 수도 있고 감쇄가 될 수도 있는 것이다.
- <60> 따라서, 전자파 반사재(306)를 설치한 환경에서의 태그(304)의 수신전력 측정을 통해서 스넬의 법칙과 상기의 수학식 1 내지 수학식 3 및 수학식 7을 이용하여 전자파 반사재(306)의 설치 위치를 찾을 수 있고, 리더 안테나(302)와 태그(304) 사이의 직진 경로에 직교하는 거리인 H_r (332)을 조절하여 태그의 수신 전력이 증폭되어 100uW 이상이 되도록 하는 전자파 반사재의 설치 위치를 구할 수 있다.
- <61> 도 4는 본 발명인 RFID 시스템에 있어서, 리더 안테나(302)와 태그(304)가 각각 1m의 높이에 위치해 있는 경우에 전자파 반사재(306)를 리더 안테나로부터의 거리가 1m ~ 2m이고 태그와 리더 안테나의 직진 경로와 전자파 반사재가 직교하는 거리 H_r (332)이 1m가 되는 지점에 설치하여 리더 안테나와 태그의 거리에 따른 태그의 수신 전력의 세기를 측정한 실험결과를 나타내는 그래프이다.
- <62> 도 2의 그래프와 비교하여 볼 때 리더 안테나가 태그를 인식할 수 없었던 2.5 ~ 2.8m구간(400)에서 태그가 동작하기 위한 최소의 수신전력인 100uW 이상이 측정되는 것을 확인할 수 있다.
- <63> 한편, 상기 리더 안테나와 태그가 동일한 높이에 위치하는 경우에 상기 전자파 반사재의 위치는 상기 리더 안테나와 태그 사이의 직진 경로에 직교하는 거리가 상기 리더 안테나 및 태그의 높이와 동일한 것을 특징으로 할 수 있다.
- <64> 예를 들어 상기 리더 안테나와 태그가 각각 1m 높이에 위치해 있을 경우에 상기 리더 안테나와 태그 사이의 직진 경로에 직교하는 거리 H_r (332)이 1m 인 곳에 전자파 반사재를 설치하여 특정 구간에서의 태그의 수신 전력을 높일 수 있다.
- <65> 본 발명에 따르는 상기 전자파 반사재(306)의 위치는 리더 안테나(302) 및 태그(304)의 높이 등에 따라 변경될 수 있다.
- <66> 도 5는 본 발명인 RFID 시스템의 또 다른 일 실시예에 대한 태그의 수신전력 측정 결과로서, 상기 리더 안테나(302)와 상기 태그(304)가 각각 1m의 높이에 위치해 있고, 전자파 반사재(306)를 상기 리더 안테나로부터 3.75m에서 5m떨어진 지점에서 상기 태그와 리더 안테나의 직진 경로와 전자파 반사재가 직교하는 거리 H_r (332)이 0.4m인 위치에 설치한 경우에 리더 안테나와 태그의 거리에 따른 태그의 수신 전력을 측정한 실험결과를 나타낸

그래프이다.

- <67> 도 5를 참조하면, 전자파 반사재(306)를 설치함으로써 전자파 반사재를 설치하지 않았을 때 리더 안테나(302)가 인식할 수 없었던 구간인 원거리에 있는 태그를 인식할 수 있다. 도 2의 그래프와 비교하여 볼 때, 전자파 반사재를 설치하지 않은 경우에는 태그의 동작 전력 미만 이었던 7.5m에서 9.5m구간(500)에서 태그가 동작하기 위한 최소의 수신전력인 100uW이상이 측정된 것을 확인할 수 있다.
- <68> 도 6은 본 발명인 RFID 시스템의 또 다른 실시예를 나타낸 도면이다.
- <69> 도 6을 참조하면, 리더 안테나(602)와 태그(604) 사이에 장애물(608)이 존재하여 직진파(610)와 지면에 의한 반사파(612) 등이 차단되더라도 전자파 반사재(606)를 이용한 반사파(614)에 의하여 태그(604)를 인식할 수 있다.
- <70> 상술한 각 실시예에서는 전자파 반사재를 하나만 사용하였으나 반대편 측면이나 지면, 천장 등의 장소에 다수의 전자파 반사재를 설치하여 효율을 높일 수 있다.
- <71> 이상에서 대표적인 실시예를 통하여 본 발명에 대하여 상세하게 설명하였으나, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 상술한 실시예에 대하여 본 발명의 범주에서 벗어나지 않는 한도 내에서 다양한 변형이 가능함을 이해할 것이다. 그러므로 본 발명의 권리범위는 설명된 실시예에 국한되어 정해져서는 안 되며, 후술하는 특허청구범위뿐만 아니라 이 특허청구범위와 균등한 것들에 의해 정해져야 한다.

발명의 효과

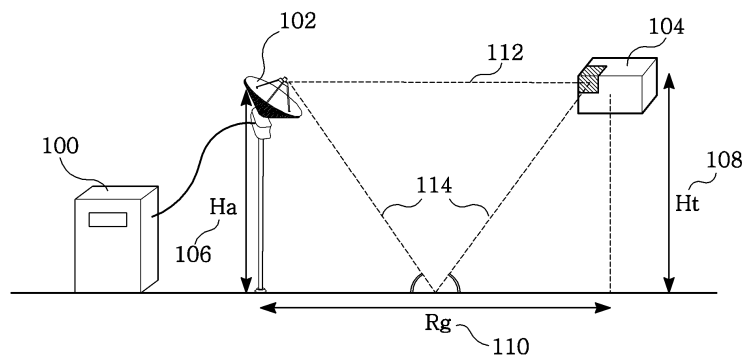
- <72> 지금까지 설명한 바와 같이, 본 발명인 RFID 태그의 인식구간 확장을 위해 전자파 반사재를 이용한 UHF 대역의 RFID 시스템에 따르면, 리더 안테나에서 송출되어 태그에 수신되는 직진파와 지면 등에 의한 반사파의 간섭으로 태그의 수신전력이 약해지는 경우나 장애물 등에 의해 직진파가 차단되어 태그를 인식할 수 없는 경우에 특정 위치에 전자파 반사재를 설치하여 태그를 인식할 수 있게 한다.

도면의 간단한 설명

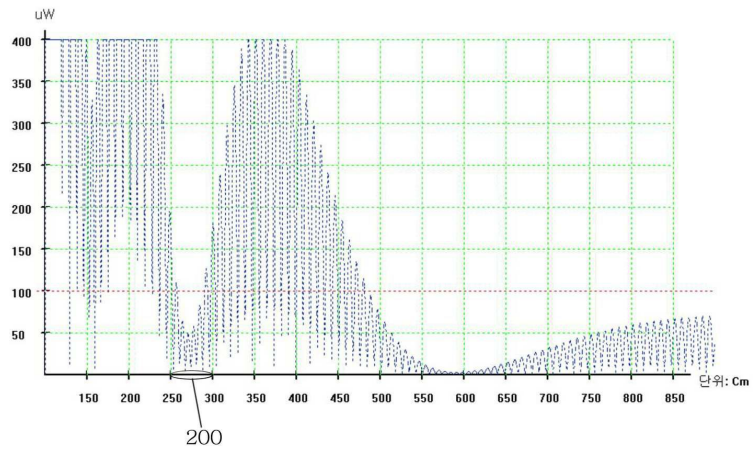
- <1> 도 1은 기존의 UHF 대역의 RFID 시스템을 개략적으로 도시한 도면.
- <2> 도 2는 기존의 리더 안테나와 태그 사이의 거리에 따른 태그의 수신전력의 세기에 대한 실험결과를 나타내는 그래프.
- <3> 도 3은 본 발명인 전자파 반사재를 설치한 RFID 시스템의 일 실시예를 개략적으로 도시한 도면.
- <4> 도 4는 본 발명의 일 실시예에 대한 실험결과를 나타내는 그래프.
- <5> 도 5는 본 발명의 또 다른 실시예에 대한 실험결과를 나타내는 그래프.
- <6> 도 6은 본 발명인 전자파 반사재를 설치한 RFID 시스템의 다른 실시예를 개략적으로 도시한 도면.

도면

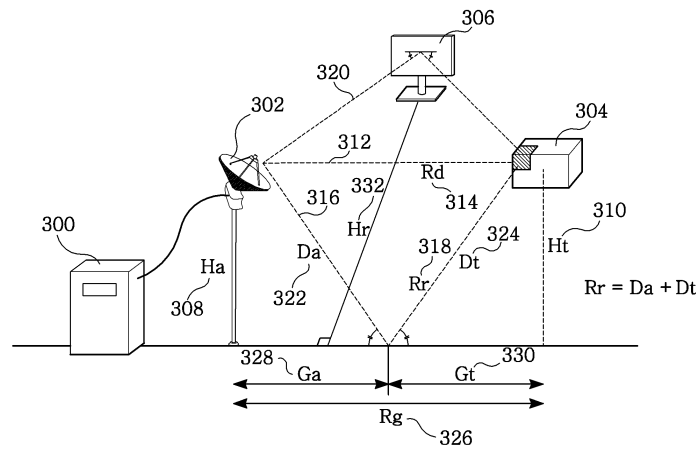
도면1



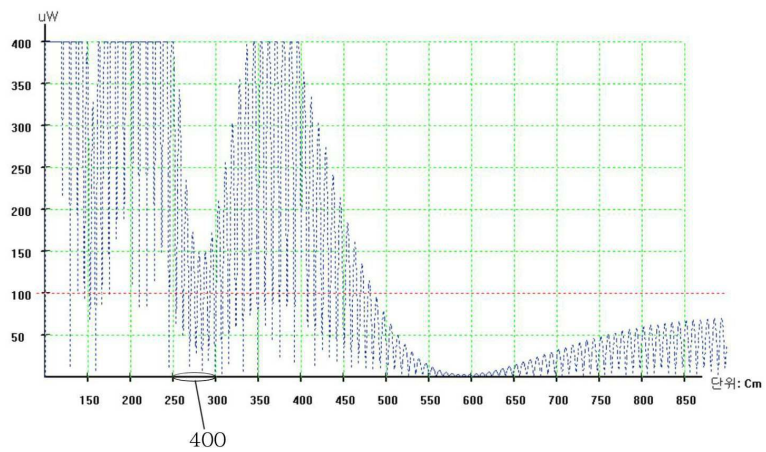
도면2



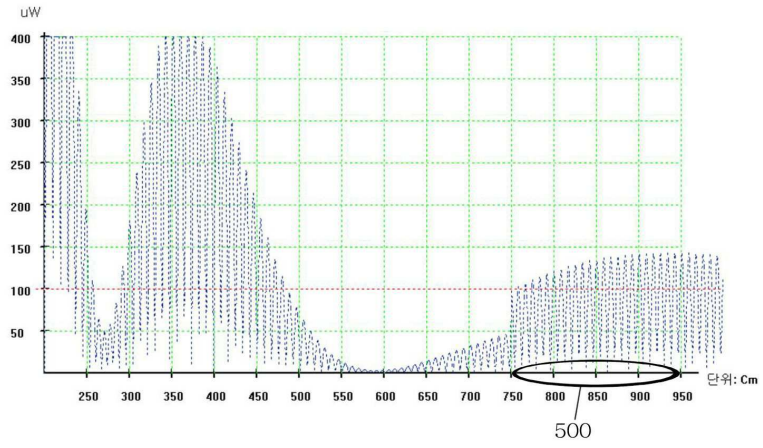
도면3



도면4



도면5



도면6

