



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2009년11월03일
(11) 등록번호 10-0924459
(24) 등록일자 2009년10월26일

(51) Int. Cl.
G06K 19/077 (2006.01) G06K 19/07 (2006.01)
(21) 출원번호 10-2007-0070256
(22) 출원일자 2007년07월12일
심사청구일자 2007년07월12일
(65) 공개번호 10-2008-0111366
(43) 공개일자 2008년12월23일
(30) 우선권주장
1020070059652 2007년06월18일 대한민국(KR)
(56) 선행기술조사문헌
KR1020060008332 A*
Material Letters 59, pp. 1576-1580
*는 심사관에 의하여 인용된 문헌

(73) 특허권자
주식회사 아이노바
충청북도 음성군 대소면 대풍리 5-24 가동
산토마 리미티드
중국 홍콩 카오룽 쿤통 홍투로드 23 레밍턴 센터
21층 룸 2103
(72) 발명자
윤만순
충청북도 청주시 상당구 용암동 161-30(3/5) 한신
빌라 E-302
(74) 대리인
양영준, 장수길

전체 청구항 수 : 총 18 항

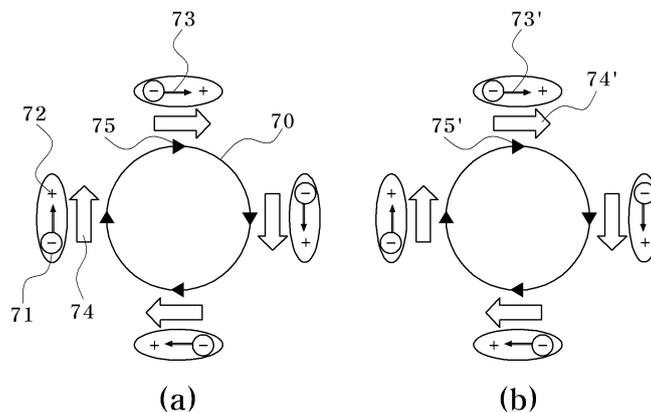
심사관 : 변종길

(54) 극성화된 미소 영역을 갖는 완화형 강유전체 기판을 이용한 RFID 태그 및 그 제조방법

(57) 요약

본 발명은 완화형 강유전체 특성을 갖는 세라믹을 이용하여 Radio Frequency Identification(RFID, 이하 RFID)의 태그 안테나(Tag antenna)의 특성을 향상시킨 것으로, 더욱 상세히는 유전율이 3000 이상이며, 비납계 산화물로 구성된 완화형 강유전체를 이용하여 태그 안테나의 사용범위를 확대하고, 비납계 완화형 강유전체를 일반건식 성형방법에 의하여 평판형 디스크 형태나 기타형태로 제조하거나, 분말사출성형에 의하여 다양한 형태로 제조하여, 태그안테나의 지향성을 향상시키는 것을 특징으로 하는 RFID 태그에 관한 것이다.

대표도 - 도7



특허청구의 범위

청구항 1

정보를 저장하고 있는 전자칩과,
 리더기 안테나와 RF 신호를 주고 받는 태그 안테나와,
 상기 전자칩과 태그 안테나가 형성되는 기판을 포함하는 RFID 태그에 있어서,
 상기 기판은 극성화된 미소 영역을 갖는 완화형 강유전체로 이루어지고,
 상기 태그 안테나는 상기 극성화된 미소 영역을 갖는 완화형 강유전체 기판의 한면 또는 양면에 전도성 에폭시
 로 접착되는 것을 특징으로 하는 RFID 태그.

청구항 2

삭제

청구항 3

제 1 항에 있어서,
 상기 극성화된 미소 영역을 갖는 완화형 강유전체 기판은,
 미소 영역과 기지(matrix)사이에 분극(dipole)을 형성하고, 상기 분극은 주파수에 따른 유전을 완화현상이 발생
 하는 것을 특징으로 하는 RFID 태그.

청구항 4

제 3 항에 있어서,
 상기 유전을 완화현상은 미소 영역과 기지사이에 발생한 분극이 주파수에 따라 방향을 전환시키지 못하여 발생
 하는 것을 특징으로 하는 RFID 태그.

청구항 5

제 1 항에 있어서,
 리더기 안테나로부터 수신된 자기장에 의하여 태그 안테나에 전기장이 형성되며,
 상기 태그 안테나에 형성된 전기장의 방향과 역방향의 에디전류가 상기 전도성 에폭시에 유기되는 것을 특징으
 로 하는 RFID 태그.

청구항 6

제 3 항에 있어서,
 상기 미소 영역과 기지사이에 발생한 분극은 수 MHz 이상에서 전기장의 방향에 따라 분극방향을 바꾸지 못하는
 것을 특징으로 하는 RFID 태그.

청구항 7

제 3 항에 있어서,
 상기 유전을 완화 현상은 -40℃ ~ 60℃ 사이에서 발생하는 것을 특징으로 하는 RFID 태그.

청구항 8

제 1 항에 있어서,
 상기 완화형 강유전체는 ABO_3 의 화학식을 가지는 것을 특징으로 하는 RFID 태그.

A : Pb^{+2} , Ca^{+2} , Ba^{+2} , La^{+3} , Na^{+1} , K^{+1} , Ce^{+3} , Bi^{+3} 중의 어느 하나 이거나, 이들 중 두 개 이상이 혼합된 물질

B : Mg^{+2} , Nb^{+5} , Ti^{+4} , Zr^{+4} , Ta^{+5} , W^{+6} , Mn^{+2} , Ni^{+2} , Co^{+2} , Y^{+3} , Te^{+6} 중의 어느 하나 이거나 이들 중 두 개 이상이 혼합된 물질

청구항 9

제 8 항에 있어서,
 상기 A로 두 개의 이온이 혼합되는 경우에는 혼합비는 1/2 : 1/2 이고,
 상기 B로 두 개의 이온이 혼합되는 경우에는 혼합비가 1/2 : 1/2 또는 1/3 : 2/3 인 것을 특징으로 하는 RFID 태그.

청구항 10

제 1 항에 있어서,
 상기 극성화된 미소 영역이 존재하는 온도를 태그가 사용되는 온도와 일치하도록 하는 것을 특징으로 하는 RFID 태그.

청구항 11

제 1 항에 있어서,
 상기 극성화된 미소 영역이 존재하는 온도는 $-40^{\circ}C \sim 60^{\circ}C$ 범위인 것을 특징으로 하는 RFID 태그.

청구항 12

제 1 항에 있어서,
 상기 극성화된 미소 영역을 갖는 완화형 강유전체 기판은 $(Ba_{0.82}Ca_{0.18})(Ti_{0.96-y}Zr_ySn_{0.04})O_3$ 의 조성을 가지며, 소결조제 첨가제로는 Bi_2O_3 , SiO_2 를 첨가하고, 유전 손실을 감소시키기 위하여 $MnCO_3$ 를 첨가한 것을 특징으로 하는 RFID 태그.

청구항 13

제 12 항에 있어서,
 상기 극성화된 미소 영역을 갖는 완화형 강유전체 기판은,
 Zr의 양을 조절하여 극성화된 미소 영역이 존재하는 온도를 태그가 사용되는 온도와 일치하도록 한 것을 특징으로 하는 RFID 태그.

청구항 14

$BaTiO_3$, $CaCO_3$, TiO_2 , ZrO_2 , SnO_2 분말을 15~17시간 동안 습식혼합하여 혼합물을 마련하는 단계;
 상기 혼합물을 건조한 후 $900\sim 1100^{\circ}C$ 에서 1~3시간동안 하소하여 제 1분말을 마련하는 단계;
 상기 제 1분말을 15~17시간 동안 습식분쇄한 후 건조하여 제 2분말을 마련하는 단계;
 상기 제 2분말을 가압성형하여 성형체를 마련하는 단계;
 상기 성형체를 분당 $3\sim 7^{\circ}C$ 의 승온속도로 $1300\sim 1350^{\circ}C$ 의 온도에서 1~3시간 동안 소결하는 단계;를 포함하는 $(Ba_{0.82}Ca_{0.18})(Ti_{0.96-y}Zr_ySn_{0.04})O_3$ 조성을 가지는 완화형 강유전체 특성을 나타내는 RFID 태그 기판 제조방법.

청구항 15

제 14 항에 있어서,
 상기 혼합물을 마련하는 단계의 이전에 $(Ba_{0.82}Ca_{0.18})(Ti_{0.96-y}Zr_ySn_{0.04})O_3$ 의 조성에 맞도록 혼합물을 칭량하는 단계를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 완화형 강유전체 특성을 나타내는 RFID 태그 기판 제조방법.

청구항 16

제 14 항에 있어서,

상기 혼합물을 마련하는 단계와, 상기 제 2 분말을 마련하는 단계의 습식혼합은 에탄올을 사용하는 것을 특징으로 하는 완화형 강유전체 특성을 나타내는 RF ID 태그 기판 제조방법.

청구항 17

제 14 항에 있어서,

상기 혼합물을 마련하는 단계와, 상기 제 2 분말을 마련하는 단계의 습식혼합은 이트리아로 안정화된 지르코니아 불을 이용하는 것을 특징으로 하는 완화형 강유전체 특성을 나타내는 RF ID 기판 제조방법.

청구항 18

제 14 항에 있어서,

상기 제 2 분말을 마련하는 단계는 분쇄효과에 따른 소결특성의 변화를 제거하기 위하여 입도분포를 측정하면서 D_{90} 이 0.8이 되도록 하는 것을 특징으로 하는 완화형 강유전체 특성을 나타내는 RFID 태그 기판 제조방법.

청구항 19

제 14 항에 있어서,

상기 성형체를 마련하는 단계는 70~90 메시(mseh)로 체거름한 후 가압성형하는 것을 특징으로 하는 완화형 강유전체 특성을 나타내는 RFID 태그 기판 제조방법.

명세서

발명의 상세한 설명

기술분야

<1> 본 발명은 Radio Frequency IDentification(RFID, 이하 RFID)의 태그 안테나(Tag antenna)에 관한 것으로, 보다 상세하게는 금속에 부착되어도 정상적으로 작동할 수 있는 RFID에 관한 것이다.

배경기술

- <2> RFID는 RFID 태그(TAG), 각종 형태의 안테나, 성능별 리더, 리더를 지원하는 로컬호스트(Local host), 각종케이 블링 및 네트워크 연결로 구성된다.
- <3> 제품에 붙이는 태그(Tag)에는 생산, 유통, 보관, 소비의 전 과정에 대한 정보가 저장되고, 태그에 자체안테나를 갖추고 있다.
- <4> 태그에 저장된 정보는 리더기(Reader)로 읽혀지고, 인공위성이나 이동통신망과 연계하여 정보시스템과 통합하여 사용된다.
- <5> RFID가 작동되는 원리를 간단하게 설명하면, 태그가 리더기로 접근하면 리더기에서 송신된 전파가 태그로 수신된다. 태그는 수신 전파로부터 에너지를 얻어서 활성화 되어, 태그에 저장된 정보를 다시 전파에 실어서 리더기로 송신하는 원리를 가지고 있다.
- <6> 태그가 송신하는 전파의 에너지를 얻는 방법에 따라 수동형과 능동형으로 구분된다. 수동형은 리더기로부터 수신되는 전파에서 송신에너지를 얻고 능동형은 별도의 배터리에서 송신에너지를 얻는다.
- <7> 도 1은 수동형 RFID의 동작원리를 나타낸 개념도이다.
- <8> 도 1을 참고하면, 리더기(11) 안테나(12)로부터 발신된 전파(13)는 태그안테나(141)에 수신되어 태그(14)를 활성화시키는 전기에너지를 공급한다. 태그(14)는 수신된 신호(13)에 의하여 전력을 공급받아 정류회로를 거쳐 태그안테나(141)와 결합된 전자칩(142)을 작동시킨다. 전자칩(142)에는 제품에 관한 정보가 수록되어 있다. 전자칩(142)에 저장된 정보를 반사파(15)에 실어 리더안테나(12)에 되돌려 주도록 구성되어 있다. 따라서 전자칩

(142)에 저장된 정보가 리더기로 전달되는 것이다.

- <9> 이때 30MHz 이하의 주파수에서는 유도결합(Inductive coupling)방식에 의하여 안테나에 강한 고주파를 발생시키고, 발생한 자기장이 태그의 안테나코일을 통과함으로써 발생하는 전류에 의하여 작동되는 것으로, 자기장이 금속에 흡수되는 특성이 있다.
- <10> 역산란방식은 레이더 기술과 유사하게, 안테나에서 발생한 전파가 태그에 수신될 때 발생하는 파위를 사용하는 원리로, 100MHz이상의 주파수대역에서 사용하며 금속에서는 반사되고 액체에서는 흡수되는 특성을 갖고 있다.
- <11> 도 2는 종래의 수동형 RFID 태그의 구조를 나타낸 개념도이다.
- <12> 도 2를 참조하면, 전자칩(21)에는 태그(20)가 부착된 물체의 정보가 내장되어 있다.
- <13> 안테나(22)는 리더기 안테나로부터 수신된 신호에 의하여 활성화되고, 리더기에 전자칩(21)에 저장된 정보를 송출해주는 역할을 수행한다.
- <14> 상기 전자칩(21)과 안테나(22)는 기관(23)에 부착되어 있으며, 이 기관(23)이 물체에 부착된다.
- <15> 좀더 구체적으로 설명하면, 전자칩(21)은 태그(20) 위의 안테나(22)에 입사된 RF에 의하여 작동하는 것으로, 태그 안테나(22)에 의하여 수신된 신호는 태그 안테나(22) 도선에 전자기유도 현상에 의하여 교류전류를 발생시키고, RF 다이오드에 의하여 정류되어 전자칩(21)으로 전력을 공급하게 된다.
- <16> 수집된 RF 에너지에 의하여 태그 안테나(22)에 유도된 교류전류는 수신된 RF에너지의 변화와 동일하게 변화하고, 따라서 발생한 교류전류에 의한 전자기파가 태그 안테나(22)로부터 리더기 안테나에 전송된다.
- <17> 즉, 태그안테나(22)에는 별도의 전원이 필요하지 않으므로, 이를 수동형 태그라 하며, 별도의 배터리 전원이 필요한 능동형 태그와 구별하여 사용한다.
- <18> RF 태그의 물리적 크기는 안테나에서 수집하는 공진주파수에 따라 결정된다. RF 태그가 RF를 전도(conducting)하는 물질, 즉, 금속위에 위치하는 경우 RF파장의 최소거리 1/4의 거리만큼 분리하여야 반사되는 파장이 금속에 입사되는 파장과 반대위상이 되어 반사가 최소화된다.
- <19> 예를 들면 900MHz의 주파수를 사용하는 경우 공기 중에서 RF파동의 파장은 수학적 1에 의하여 33.3cm이며,

수학적 1

$$\lambda = \frac{3 \times 10^{10} \left(\frac{cm}{sec} \right)}{9 \times 10^8 \left(\frac{1}{sec} \right)} = 33.3cm$$

- <20>
- <21> 따라서, 금속판과 파장의 1/4인 8.2cm를 분리시켜 사용하여야만 금속판으로부터의 반사를 최소화하여 리더안테나의 신호소멸을 최소화할 수 있다.
- <22> 이러한 제약은 RF 태그의 용도를 제한시키는 문제점을 가져온다.
- <23> 금속물체 위에 태그부착이 제한되는 이유는 금속에 형성되는 에디전류(eddy current)로 인하여 발생한다.
- <24> 도 3은 금속판에서 에디전류가 유도되는 원리를 설명한 개념도이다.
- <25> 도 3을 참조하면, 리더안테나로부터 발생한 자기장(31)은 -y축 방향으로 태그로 입사되고, 태그가 부착된 금속판(32)에 에디전류(33)가 유도되며, 이때 발생하는 에디전류(33)의 방향은 시계반대방향으로 형성된다.
- <26> 오른손법칙에 따라 금속판(32)에는 태그 안테나 코일을 통하여 입사된 자기장(31)을 상쇄하도록 에디전류(33)가 형성되고 자기장(34)은 +y축 방향으로 형성된다. 즉 리더안테나로부터 태그안테나에 입사된 자기장을 상쇄시키는 방향으로 형성되며 따라서 금속판 위에서 RFID가 작동 불가능하게 된다.
- <27> 금속판 표면 위에 발생된 에디전류에 의하여 발생하는 자기장은 렌츠(Lenz)의 법칙에 따라 리더 안테나로부터 유도된 자기장을 감소시키는 방향인, 금속판에 수직한 방향으로 형성되어 리더안테나의 자기장을 소멸시킨다. 따라서 리더 안테나로부터 태그에 입사된 자기장이 소멸되고, 태그는 유도전류를 발생시킬 수 없으므로 RFID의 인식이 불가능해 지는 것이다.

- <28> 이러한 현상을 제거하기 위한 종래의 기술을 소개하면 다음과 같다.
- <29> 도 4는 에디전류에 의한 RFID 인식 불가를 개선하기 위한 종래의 RFID 태그 구조를 나타낸 단면도이다.
- <30> 도 4를 참조하면, 금속판(41) 표면과 태그안테나코일(42) 사이에 페라이트(ferrite) 자성체(43)를 위치시킨다. 이때, 리더안테나로부터 입사된 자기장(44)이 태그안테나코일(42)내부에 -y축 방향으로 입사되면, 오른손법칙에 따라 자기장과 수직하게 형성된 태그안테나코일에 전류가 시계방향으로 유도된다.
- <31> 전류의 흐름은 다음과 같은 표기로 나타낸다. ⊗ 표시는 전류가 지면에서 아래로 향하는 것을 나타내고, ⊙ 표시는 지면에서 지면위로 향하는 방향을 나타낸다.
- <32> 고주파 응용에 적합한 재료는 낮은 B_r을 갖는 Fe₂O₃산화물을 주원료로 하여 제조된다. 이들 재료는 금속의 저항이 10⁻⁵~10⁻⁴ Ωm에 비하여 1~10⁶ Ωm로 높은 값을 갖으며, 따라서 페라이트재료에 유기되는 에디전류는 높은 저항에 의하여 열로 손실되어 에디전류 발생을 억제하여 에디전류에 의한 리더기 안테나의 손실을 발생시키는 역자기장을 낮추어 주게 된다.
- <33> 또 다른 방법은, BaTiO₃와 SrTiO₃ 재료를 각각 제조한 후 유전율이 10이상 되도록 하여 바인더와 함께 섞은 후에 실크스크린법이나 테이프캐스팅(tape casting)법에 의하여 후막을 형성한 후 300°C에서 경화하여 태그안테나 기판으로 사용한 방법이 소개되었다.
- <34> 이 방법의 원리는, 공기 중에서 RF의 반사가 상쇄되는 최소화되는 1/4λ 거리를 유전재료를 이용하여 최소화시키는 것이다. 원리적으로 설명하면, 공기 중에서 RF의 파장은 유전체 내에서는 다음 식에 의하여 표현된다.

$$\lambda \propto \frac{1}{\sqrt{\epsilon}}$$

- <35> 즉, 여기서, λ는 유전체내부에서의 파장, ε은 유전율을 나타낸다. 따라서, 900MHz의 RF를 사용할 경우 공기 중에서 반사를 최소화시키는 1/4 λ가 8.2cm이지만, 유전율이 100인 유전체재료를 사용할 경우 1/10의 거리, 즉 0.82cm,로 줄일 수 있음을 의미한다.
- <36> 다시 말하면 유전체 재료를 0.82cm로 형성하여 그 위에 태그안테나를 설치함으로써 금속표면에서 에디전류의 반사를 최소화시키는 거리를 줄일 수 있다.
- <37> 그러나 이와 같은 방법은 유전체 분말과 혼합된 유기재료인 바인더재료나 기공을 통하여 투과된 RF가 금속 표면 위에 에디전류를 유도하여, 리더안테나에 영향을 줄 수 있으며 정확한 치수제어를 필요로 하므로, 응용상의 제약을 가져올 수 있다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <38> 본 발명은 상기한 종래의 문제점을 해결하기 위한 것으로서, 완화형 강유전체의 극성화된 미소 영역(micro polar region) 특성을 이용하여 RFID 태그를 금속과 같이 RF를 반사하는 물체에 직접 부착할 수 있도록 하여 리더안테나와 태그 사이의 RF신호를 손실 없이 전달할 수 있도록 하는 극성화된 미소 영역을 갖는 완화형 강유전체를 이용한 RFID 태그를 제공함에 있다.
- <39> 본 발명이 이루고자 하는 기술적 과제는 이상에서 언급한 기술적 과제로 제한되지 않으며, 언급되지 않은 또 다른 기술적 과제들은 아래의 기재로부터 당업자에게 명확하게 이해될 수 있을 것이다.

과제 해결수단

- <40> 본 발명은 정보를 저장하고 있는 전자칩과, 리더기 안테나와 RF 신호를 주고 받는 태그 안테나와, 상기 전자칩과 태그 안테나가 형성되는 기판을 포함하는 RFID 태그에 있어서, 상기 기판은 극성화된 미소 영역을 갖는 완화형 강유전체로 이루어지는 것을 특징으로 하는 RFID 태그를 제공한다.
- <41> 상기 태그 안테나는 상기 극성화된 미소 영역을 갖는 완화형 강유전체 기판의 한면 또는 양면에 전도성 에폭시로 접착되는 것이 바람직하다.

- <42> 그리고 본 발명은 RFID 태그 기관의 제조방법에 있어서, BaTiO₃, CaCO₃, TiO₂, ZrO₂, SnO₂ 분말을 15~17시간 동안 습식혼합하여 혼합물을 마련하는 단계; 상기 혼합물을 건조한 후 1000℃ 에서 1~3시간동안 하소하여 제 1분말을 마련하는 단계; 상기 제 1분말을 15~17시간 동안 습식혼합한 후 건조하여 제 2분말을 마련하는 단계; 상기 제 2분말을 가압성형한 후, 정수압 성형하여 성형체를 마련하는 단계; 및
- <43> 상기 성형체를 분당 3~7℃의 승온속도로 1300~1350℃의 온도에서 1~3시간 동안 소결하는 단계;를 포함하는 (Ba_{0.82}Ca_{0.18})(Ti_{0.96-y}Zr_ySn_{0.04})O₃ 조성을 가지는 완화형 강유전체 특성을 나타내는 RFID 태그 기관 제조방법을 제공한다.
- <44> 상기 완화형 강유전체는 ABO₃의 화학식을 가지는 것이 바람직하다. 여기서,
- <45> A : Pb⁺², Ca⁺², Ba⁺², La⁺³, Na⁺¹, K⁺¹, Ce⁺³, Bi⁺³ 중의 어느 하나 이거나, 이들 중 두 개 이상이 혼합된 물질이고, B : Mg⁺², Nb⁺⁵, Ti⁺⁴, Zr⁺⁴, Ta⁺⁵, W⁺⁶, Mn⁺², Ni⁺², Co⁺², Y⁺³, Te⁺⁶ 중의 어느 하나 이거나 이들 중 두 개 이상이 혼합된 물질이다.
- <46> 본 발명의 이점 및 특징, 그리고 그것들을 달성하는 방법은 첨부되는 도면과 함께 상세하게 후술되어 있는 실시예들을 참조하면 명확해질 것이다. 그러나, 본 발명은 이하에서 개시되는 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 구현될 것이며, 단지 본 실시예들은 본 발명의 개시가 완전하도록 하며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자에게 발명의 범주를 완전하게 알려주기 위해 제공되는 것이며, 본 발명은 청구항의 범주에 의해 정의될 뿐이다.

효 과

- <47> 상술한 바와 같이, 본 발명은 완화형 강유전체의 극성화된 미소 영역 특성을 이용하여 태그를 금속과 같이 RF를 반사하는 물체에 직접 부착할 수 있도록 하여 리더안테나와 태그 사이의 RF신호를 손실 없이 전달할 수 있도록 하는 극성화된 미소 영역을 갖는 완화형 강유전체를 이용한 RFID 태그를 제공한다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <48> 본 발명은 완화형 강유전체 특성을 갖는 세라믹을 이용하여 Radio Frequency Identification(RFID, 이하 RFID)의 태그 안테나(Tag antenna)의 특성을 향상시킨 것으로, 더욱 상세히는 유전율이 3000 이상이며, 비납계 산화물로 구성된 완화형 강유전체를 이용하여 태그 안테나의 사용범위를 확대하고, 비납계 완화형 강유전체를 일반건식성형방법에 의하여 평판형 디스크 형태나 기타형태로 제조하거나, 분말사출성형에 의하여 다양한 형태로 제조하여, 태그안테나의 지향성을 향상시키는 것을 특징으로 하는 RFID 태그에 관한 것이다.
- <49> 완화형 강유전체는 ABO₃의 화학식을 가지며, 여기서 A : Pb⁺², Ca⁺², Ba⁺², La⁺³, Na⁺¹, K⁺¹, Ce⁺³, Bi⁺³ 중의 어느 하나 이거나, 이들 중 두 개 이상이 혼합된 물질인 것이 바람직하고, B : Mg⁺², Nb⁺⁵, Ti⁺⁴, Zr⁺⁴, Ta⁺⁵, W⁺⁶, Mn⁺², Ni⁺², Co⁺², Y⁺³, Te⁺⁶ 중의 어느 하나 이거나 이들 중 두 개 이상이 혼합된 물질인 것이 바람직하다.
- <50> A가 2가지 이온이 혼합되어 이루어지는 경우 그 혼합비율은 1/2 : 1/2 인 것이 바람직하고, B가 2가지 이온이 혼합되어 이루어지는 경우 그 혼합비율은 1/2 : 1/2 또는 1/3 : 2/3 인 것이 바람직하다.
- <51> 예를 들어 A, B가 각각 하나의 이온으로 이루어지는 경우 그 화학식은 Pb⁺²Ti⁺⁴O₃ 와 같은 형식으로 이루어진다. A는 두 가지 이온으로 이루어지고 B는 한가지 이온으로 이루어지는 경우 (Pb⁺²_{1/2}, Ca⁺²_{1/2})Ti⁺⁴O₃ 와 같은 형식으로 이루어진다.
- <52> 그리고, A는 한가지 이온으로 이루어지고 B는 두 가지 이온으로 이루어지는 경우 Ba⁺²(Ni⁺²_{1/3}Ta⁺⁵_{2/3})O₃ 와 같은 형식으로 이루어지고, A, B 모두 두 가지 이온으로 이루어지는 경우 (Pb⁺²_{1/2}, Ca⁺²_{1/2})(Y⁺³_{1/2}Ta⁺⁵_{1/2})O₃ 와 같은 형식으로 이루어진다.
- <53> 본 발명은 태그의 RF 안테나를 고유전율의 완화형 강유전체 기관 위에 전도성 에폭시에 의하여 설치함으로써, 태그의 안테나에 의하여 발생된 유도전류가 완화형 강유전체와 접촉하기 위하여 사용된 전도성 에폭시 위에 에

디전류를 형성하고 이때 발생된 에디전류는 완화형 강유전체 내부의 극성화된 미소 영역이 에디전류 전계 방향으로 배열된다.

- <54> 이때 극성화된 미소 영역은 900MHz의 높은 주파수에 맞추어 재배열 할 수 없으므로 초기에 형성된 전계방향을 유지하게 되므로, 에디전류의 변화를 막을 수 있도록 전도성 에폭시 내에 유도된 전자의 흐름을 속박하고, 따라서 렌즈의 법칙이 적용되지 않아 리더안테나의 유도자기장을 없애는 역방향의 유도자기장을 발생시키지 않는다.
- <55> 극성화된 미소 영역이 존재하는 온도는 -40℃ ~ 60℃ 범위인 것이 바람직하다. 상기한 온도 범위에서 주로 RFID가 사용될 것이기 때문에, 이 온도 범위에서 극성화된 미소 영역이 존재하여야만 RFID가 올바르게 작동할 수 있다.
- <56> 도 5는 에디전류의 변화에 의한 이온분극의 재배열을 나타낸 개념도이다.
- <57> 일반적으로 이온결합을 하고 있는 물질은 외부전계에 의하여 수십 GHz까지 외부전계방향이 바뀌는 속도와 동일한 속도로 재배열이 이루어진다.
- <58> 도 5의 (a)에 도시된 바와 같이 유전체 표면에서 51은 에디전류(50)에 의한 전기장 방향이며, 화살표(52)와 같이 전기장원의 각각의 점에서 법선방향이 전기장방향을 나타내게 된다.
- <59> 이때 전기장방향과 같은 방향으로 이온결합을 하고 있는 유전체 내부의 양이온(53)과 음이온(54)들은 재배열하여 도와 같이 이온분극(55)이 형성된다.
- <60> 이때 분극방향은 항상 음전하에서 양전하 방향으로 향하도록 정의되어있다.
- <61> 리더기 안테나로부터 발생한 자기장이 LC공진에 따라 세기가 감소하게 되면 태그안테나로 유입되는 자기장이 감소되는 것을 막기 위하여 도 5 (b)의 56으로 표시한 바와 같이 에디 전류의 방향이 바뀌며, 변화 속도와 동일한 속도로 이온분극 방향(57)도 같이 변화하게 된다. 따라서 유전체 위에 코팅된 전도성 실버에폭시 위에 에디전류에 의한 역자기장의 발생을 방지할 수 없다.
- <62> 그러나 주파수변화에 민감하지 않은 극성화된 미소영역의 분극을 이용하면 에디전류방향의 변화를 방지할수있다.
- <63> 도 6a는 완화형강 유전체의 최대 유전율(dielectric constant)근처에서 유전율의 주파수의존성을 나타낸 그래프이다.
- <64> 이때 완화형강유전체에 인가되는 전압은 1Vrms이다.
- <65> 도 6a에서 보여주듯이 상전이 온도(최대유전율온도)는 넓게 퍼지게 되며(peak broadness증가) 주파수가 증가할수록 최대 유전율 값은 감소하게 된다.
- <66> 이러한 현상은 Smolensky등에 의하여 완화형 강유전체 내부에 존재하는 규칙구조를 갖는 음의 전하를 갖는 미소영역과 양의 전하를 갖는 불규칙화된 기지(matrix)사이에 형성된 분극이 주파수변화를 따라가지 못함으로써 발생하는 완화현상으로 규정하고 있다.
- <67> 즉 100Hz에서 주파수변화에 따라 분극이 재배열되어 지던 것이 주파수가 증가함에 따라 재배열하지 못하고 원래의 위치에 정지되므로 유전율의 감소가 발생하는 것이다.
- <68> 도 6b는 극성화된 미소영역과 기지 사이에 존재하는 분극을 나타낸 개념도이다.
- <69> 분극 방향은 항상 음전하에서 양전하로 향하도록 정의된다.
- <70> 이러한 분극은 이온분극과 같이Å 단위의 작은 분극이 아니며, 비교적 큰 나노크기를 갖는 것으로 밝혀져 있으며, 따라서 분극 방향 변화 시 주변에 응력을 초래하므로 빠르게 분극방향이 변화할 수 없으며, 질량효과에 의하여 주파수가 증가할수록 더욱 분극방향을 변화하기가 어려우나 자발분극에 비하여 낮은 전계에도 쉽게 재배열이 이루어진다. 이를 이용하여 에디 전류방향을 속박하는 원리를 도 7에 의하여 나타내었다.
- <71> 도 7은 미소분극을 이용하여 에디전류 방향을 속박하는 원리를 나타낸 개념도이다.
- <72> 도 7의 (a)에 도시된 바와 같이, 도 5에서와 같이 형성된 에디전류(70)에 의하여 전류방향은 75와 같으며, 극성화된 미소영역(71)과 기지(72)에 의하여 발생한 분극(73)은 전기장방향(74)으로 배열된다
- <73> 이때 에디전류(70)를 발생시키는 태그자기장 방향이 900MHz로 빠르게 변화하는 경우 도 5의 (b)의 이온분극과

같이 주파수에 동조하여 재배열하지 못하므로, 극성화된 미소영역에 의하여 발생한 분극(73')은 원래 분극방향(73)을 유지하여 태그로부터 발생하는 자기장이 감소하더라도, 에디 전류의 방향(75,75')을 변화시키지 못하게 속박하여 하여 도 7 (b)의 75'와 같은 전류방향이 유지되도록 전기장(74')방향을 속박하게 된다.

- <74> 따라서 오른손법칙에 의한 역자기장의 발생을 억제하게 된다. 이를 입증하기 위하여 비교예에서는 미소분극영역이 존재하지 않는 전형적인 일반형 강유전체 재료를 사용하여 에디전류의 발생을 억제할 수 없음을 밝혔고, 실시예 1에서는 본발명에 의한 완화형 강유전체에 의하여, 임의 두께로 에디전류에 의한 역자기장의 발생을 제거할 수 있음을 입증하였다.
- <75> <비교예>
- <76> $0.97(\text{BaTiO}_3)+0.99\text{Y}_2\text{O}_3+0.64\text{MgO}+0.09\text{Cr}_2\text{O}_3+0.05\text{V}_2\text{O}_5$
- <77> 수열합성법에 의하여 제조된 BaTiO_3 를 1100°C에서 2시간 하소하여 분쇄한 후 0.4mm의 입경이 되도록 하였다.
- <78> 이와 같이 준비된 BaTiO_3 에 첨가제를 첨가한 후, 바인더를 섞은 후 볼밀을 이용하여 24시간 습식 혼합하여 건조하였다.
- <79> 건조한 원료를 프레스를 이용하여 정사각형으로 성형한후 소결하여 두께 2.3mm, 가로세로가 각각 20mm인 정사각형의 소결체를 제조하였다. 이와 같이 소결된 시편의 양면에 전극을 소부하여 부착한 후 상온에서 HP4194A를 이용하여 1kHz에서 유전율을 측정된 결과 1400이었다.
- <80> 도 8은 비교예의 온도에 따른 유전율 곡선을 나타낸 그래프이다.
- <81> 금속판 위에서 RF 태그의 효과를 검증하기 위하여, 912MHz의 RFID Test Kit를 준비한 후 테스트 키트(Test kit)의 태그안테나를 전도성 실버에폭시를 이용하여 소결된 시험편에 부착하여 150°C에서 1시간경화하였다.
- <82> 위와 같이 준비된 태그를 알루미늄 금속판에 부착한 후 리더기에 의하여 RFID의 송수신이 가능한가를 실험한 결과 송수신이 되지 않았다.
- <83> 상기 종래의 설명에 따르면, 912MHz의 RF를 상용할 경우 공기 중에서 반사를 최소화시키는 $1/4 \lambda$ 가 8.2cm이지만, 유전율이 1400인 유전체재료를 사용할 경우 0.23cm(2.3mm)로 줄일 수 있다.
- <84> 그러나 이러한 본 실험 결과에 의하면, 실험에 사용한 유전체의 유전율이 1000 이상임에도 불구하고 RF 태그가 에디전류의 영향에 의하여 작동되지 않은 것을 알 수 있다. 이러한 현상은 다음과 같이 해석될 수 있다.
- <85> 즉 제조된 시편은 전형적인 일반형 강유전체로서 실온에서 무질서하게 배열된 자발분극과 이온분극 등이 존재하며, 무질서하게 배열된 자발분극의 총량은 "0"이며, 실온에서 자발분극을 일정방향으로 재배열하기 위하여서는 최소 4kV/mm의 전계가 필요하므로 RF로부터 유도된 전기장에 의하여 자발분극의 재배열은 배제된다.
- <86> 따라서 이온분극만이 RF로부터 유도된 전기장의 영향을 받으며, 이러한 이온분극은 GHz영역까지 외부전계에 의하여 영향을 받게 된다.
- <87> 따라서 시편위에 형성된 전도성 실버에폭시에 태그안테나로부터 유도된 에디전류의 양이 변화하면 그에 따라 표면전하가 변화하므로 실버에폭시로부터 발생하는 에디전류의 변화는 렌즈의 법칙에 따라 리더기 안테나에서 발생하는 자기장을 상쇄 할 수 있는 역자기장이 발생하여 태그와 리더기 안테나의 신호가 상호 전달될 수 없는 것으로 설명된다.
- <88> 즉, 도 6과 같은 상황으로 인하여 전도성 에폭시 표면은 역자기장을 방출 할 수 있다. 따라서 에디전류에 의한 역자기장의 발생을 감쇄시킬 수 없어, RFID의 작동이 불가능하다.
- <89> <실시예 1>
- <90> 본 발명에서 제조한 시편의 조성은 전형적인 완화형 강유전체특성을 나타내는 $(\text{Ba}_{0.82}\text{Ca}_{0.18})(\text{Ti}_{0.96}\text{-Zr}_3\text{Sn}_{0.04})\text{O}_3$ 로 수산염법으로 제조된 BaTiO_3 (BATIOTECH, BT-01S)를 사용하였으며, XRF를 이용하여 Ba/Ti 몰 비를 측정된 결과 0.995였다.
- <91> 첨가제로는 CaCO_3 (Ube, 99%), TiO_2 (Tronox, 99.9%), ZrO_2 (第一希元素, EP grade), SnO_2 (Kojundo, 99.9%)분말을 이용하여 고상반응법으로 제조하였다.

- <92> 소결조제로는 Bi₂O₃(Kojundo, 99.9%), SiO₂(Kojundo, 99.9%)를 사용하였으며, 유전 손실을 감소시키기 위하여 MnCO₃(Kojundo, 99.9%)를 사용하였으며, 소결조제의 영향을 무시하기 위하여 전조성에 걸쳐 일정량을 첨가하였다.
- <93> 조성에 맞도록 분말을 칭량한 후 이트리아로 안정화된 지르코니아 볼을 이용하여 16시간동안 에탄올을 사용하여 습식혼합 하였다. 혼합된 분말을 건조한 후 1100°C에서 2시간동안 하소하여, 혼합방법과 동일하게 습식분쇄 하였다.
- <94> 분쇄효과에 따른 소결특성의 변화를 제거하기 위하여 PSA (Particle Size Analyzer, Melvern Instrument Ltd. MICRO-P)를 이용하여 입도분포를 측정하면서 D₉₀이 0.8이 되도록 분쇄시간을 결정하였다.
- <95> 분쇄한 분말은 건조하여 80 mesh 표준체를 이용하여 체가름한 후 가로, 세로 각각 24mm인 금속몰드를 이용하여 일축가압 성형한 후 다시 200MPa의 압력으로 정수압 성형하였다. 성형체는 5°C/min의 승온속도로 1320°C의 온도 범위에서 2시간 동안 소결하였다.
- <96> 소결 후 치수는 두께 1mm에 가로, 세로 각각 20mm가 되도록 하였다. 소결체의 유전율을 측정하기 위해 다음과 같이 시편을 준비하였다.
- <97> 먼저 소결체의 양면을 양면 연마기를 이용하여 양면이 서로 평행하게 연마한 후, Ga-In paste(Kojundo, 99.99%)를 전극 표면에 발랐다. 시편의 유전상수와 손실율은 Impedance gain phase analyzer(Hewlett Packard Model HP4194A)를 이용하여 1kHz에서 측정하였으며, 각 시편은 Temperature chamber(Delta design, Model 9023)를 이용하여 -30~90°C 범위에서 승온하면서 0.2°C간격으로 자체 제작된 프로그램을 이용하여 자동측정 하였다.
- <98> 도 9는 (Ba_{0.82}Ca_{0.18})(Ti_{0.96-y}Zr_ySn_{0.04})O₃ 조성에 ZrO₂ 첨가량을 9mol%부터 14mol%까지 1mol%씩 증가시키면서 온도에 따른 유전율 변화를 측정한 그래프이다.
- <99> 각시편의 소결온도는 상태도로부터 2차상이 석출되는 1320°C에서 2시간 소결하였다. 측정결과로부터 ZrO₂의 첨가량이 증가할수록 CaO를 첨가한 결과와 다르게 큐리온도의 급격한 감소와 확산형상전이(diffuse phase transition)현상에 의한 peak broadness가 증가하고 있는 것을 알 수 있다.
- <100> 이러한 큐리온도의 급격한 감소는 Ti⁺⁴이온자리에 Ti⁺⁴이온보다 이온반경이 큰 Zr⁺⁴이온이 치환됨에 따라 Zr⁺⁴이온이 포함된 단위격자의 산소팔면체의 팽창이 발생하며, 따라서 인접한 Ti⁺⁴이온이 포함된 단위격자에 압축응력이 유기됨에 따라 발생하는 것으로 알려져 있다.
- <101> Ti⁺⁴이온 자리에 이온반경이 큰 Zr⁺⁴이온이 치환 될 경우 Zr⁺⁴이온이 포함된 산소팔면체의 산소이온을 <100>방향으로 밀어내어 인접한 산소팔면체에 위치한 Ti⁺⁴이온의 <100>방향의 공간이 감소하게 되며, 따라서 Ti⁺⁴이온의 진동이 억제되어 확산형 상전이 현상이 증가하게 된다.
- <102> 본 발명에서는 (Ba_{0.82}Ca_{0.18})(Ti_{0.85}Zr_{0.11}Sn_{0.04})O₃의 조성을 선택하였으며, 실온 25°C에서 유전율은 7500인 시편위에 태그안테나를 비교예와 같은 방법으로 설치하여, 그 성능을 비교예와 같이 테스트킷(test kit)을 이용하여 확인하였다.
- <103> 본 발명에 의한 실험이 상기 특허와 구별됨을 증명하기 위하여 RF의 반사가 최대가되는 두께를 설정하여 실험함으로써, 완화형 강유전체의 미소 영역에의한 효과에 의하여 RF의 에디전류에 의한 감쇄현상을 제거할 수 있음을 입증 하였다. 912MHz의 RF를 상용할 경우 공기 중에서 반사를 최대화시키는 1/2 λ가 16.4cm(164mm)이다.
- <104> 즉, 이거리 만큼 태그안테나를 금속판과 거리를 두면 에디전류에 의한 감쇄현상이 최대로 되어, 인식이 불가능해지게 된다. 종래 기술에 따르면 유전율이 7500인 유전체재료를 사용할 경우 1.89mm의 두께로 유전체기판을 설계하면 에디전류에 의한 감쇄현상이 최대로 되어 인식이 불가능해진다.
- <105> 그러나 본실시예에서는 RFID가 정상적으로 작동되는 것이 확인되었으며, 이러한 현상은 실시예 1과 비교하면 이온분극이 아닌 완화형 강유전체에 존재하는 극성화된 미소영역과 기지사이에 형성된 분극에 의한 현상이 지배적으로 작용하여, 도 7과 같이 극성화된 미소영역과 기지사이에 형성된 분극이 에디전류의 방향변화가 일어나지 않도록 속박함으로써 렌츠의 법칙에 따라 발생하는 역자기장이 발생하지 않아 금속표면에서도 RFID가 정상적으로

작동되는 것이 실현되는것을 알수있다.

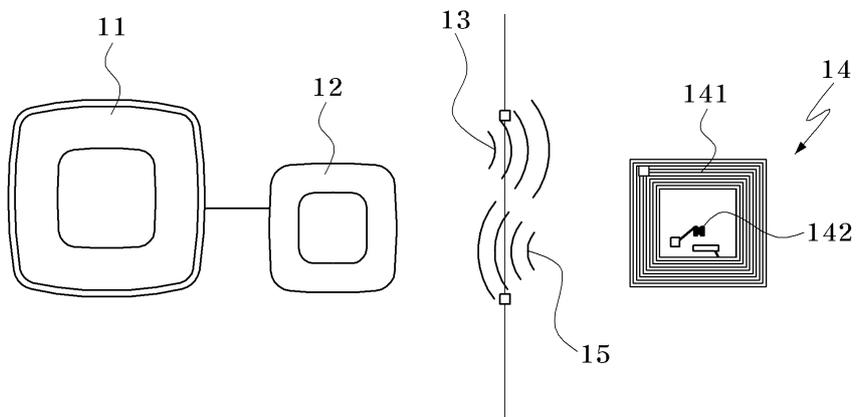
- <106> 따라서, 에디전류에 의한 RF의 감쇄효과는 소멸되어 금속표면에서도 정상적인 신호 송수신이 가능한 태그를 제작할 수 있다. 또한, $1/4 \lambda$ 에 의한 설계도 무의미하여 완화형강유전체의 두께가 제약되지 않는다.
- <107> <실시예 2>
- <108> 태그안테나의 송수신 효과를 감안하여 강유전체기판을 분말사출성형법을 이용하여 도 10과 같은 포물선 (parabolic) 형태로 제작하여 태그 안테나를 설치함으로써 좀 더 다양하고 지향성을 고려한 태그안테나를 제작할 수 있다.
- <109> 불록한 면에 태그안테나를 설치하면 태그로부터 송출되는 신호가 넓게 퍼지므로, 리더기의 수신각도를 증가시킬 수 있으며, 오목한 면에 태그안테나를 설치할 경우 지향성을 증가시킬 수 있다.
- <110> 이상 첨부된 도면을 참조하여 본 발명의 실시예들을 설명하였으나, 본 발명은 상기 실시예들에 한정되는 것이 아니라 서로 다른 다양한 형태로 제조될 수 있으며, 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명의 기술적 사상이나 필수적인 특징을 변경하지 않고서 다른 구체적인 형태로 실시될 수 있다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 이상에서 기술한 실시예들은 모든 면에서 예시적인 것이며 한정적이 아닌 것으로 이해해야만 한다.

도면의 간단한 설명

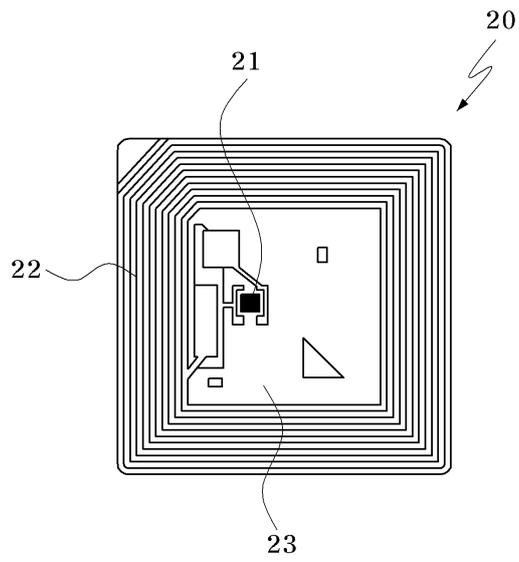
- <111> 도 1은 수동형 RFID의 동작원리를 나타낸 개념도,
- <112> 도 2는 종래의 수동형 RFID 태그의 구조를 나타낸 개념도,
- <113> 도 3은 금속판에서 에디전류(eddy current)가 유도되는 원리를 설명한 개념도,
- <114> 도 4는 에디전류에 의한 RFID 인식 불가를 개선하기 위한 종래의 RFID 태그 구조를 나타낸 단면도,
- <115> 도 5는 에디전류의 변화에 의한 이온분극의 재배열을 나타낸 개념도,
- <116> 도 6a는 완화형강 유전체의 최대 유전율 근처에서 유전율의 주파수의존성을 나타낸 그래프,
- <117> 도 6b는 극성화된 미소영역과 기지 사이에 존재하는 분극을 나타낸 개념도,
- <118> 도 7은 미소분극을 이용하여 에디전류 방향을 속박하는 원리를 나타낸 개념도,
- <119> 도 8은 비교예의 온도에 따른 유전율 곡선을 나타낸 그래프,
- <120> 도 9는 $(Ba_{0.82}Ca_{0.18})(Ti_{0.96-y}Zr_ySn_{0.04})O_3$ 조성에 ZrO_2 첨가량을 9mol%부터 14mol%까지 1mol%씩 증가시키면서 온도에 따른 유전율 변화를 측정된 그래프,
- <121> 도 10은 포물선 형태로 제작된 강유전체 기판을 나타낸 사시도임.

도면

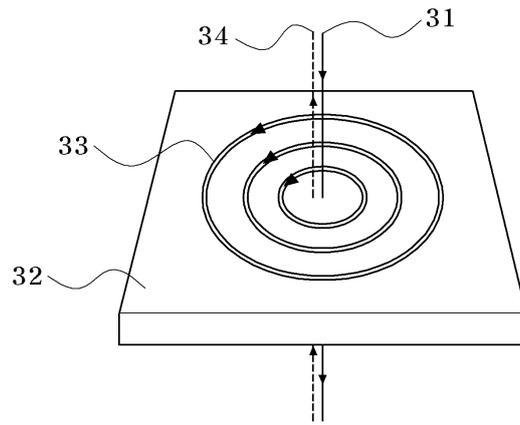
도면1



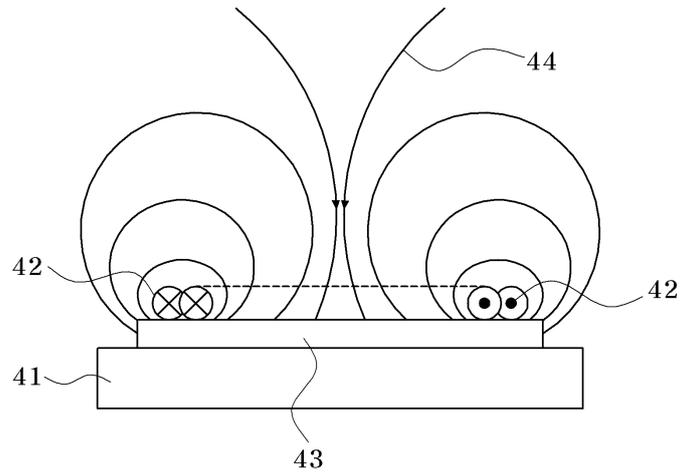
도면2



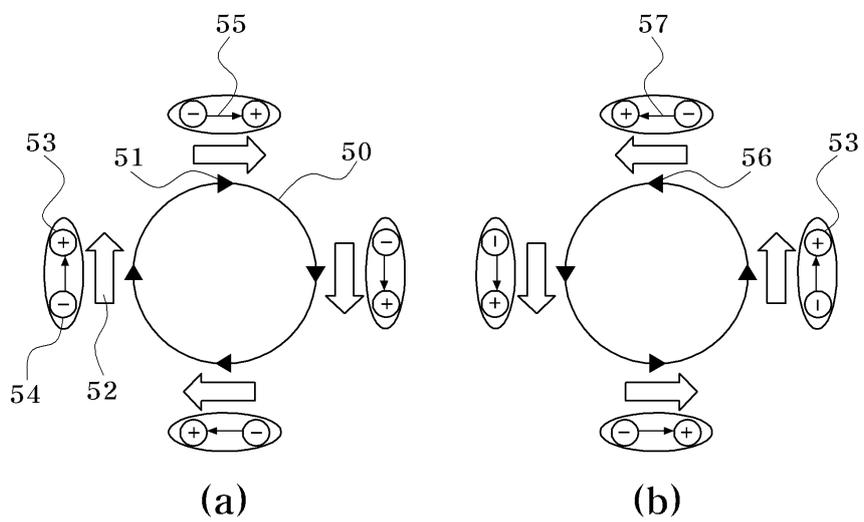
도면3



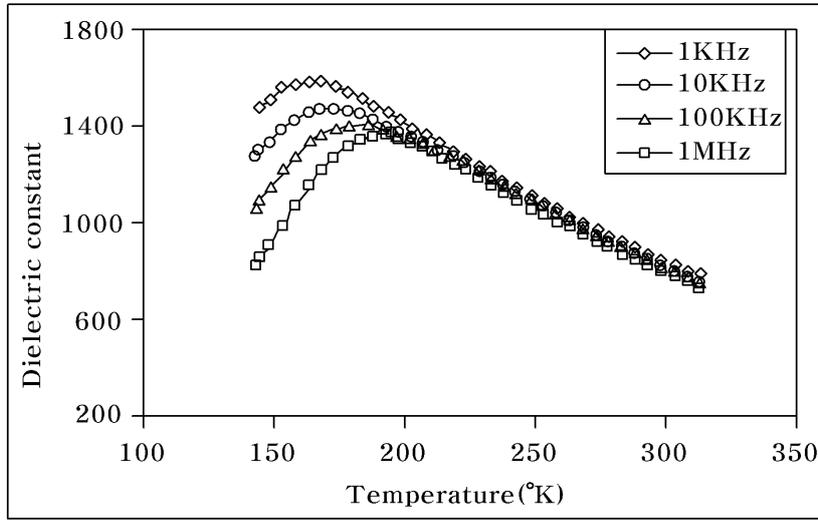
도면4



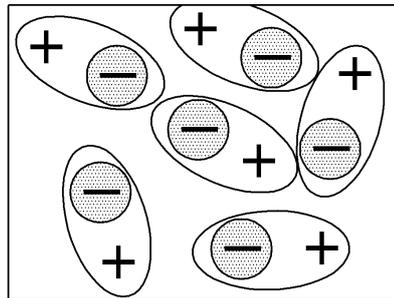
도면5



도면6a

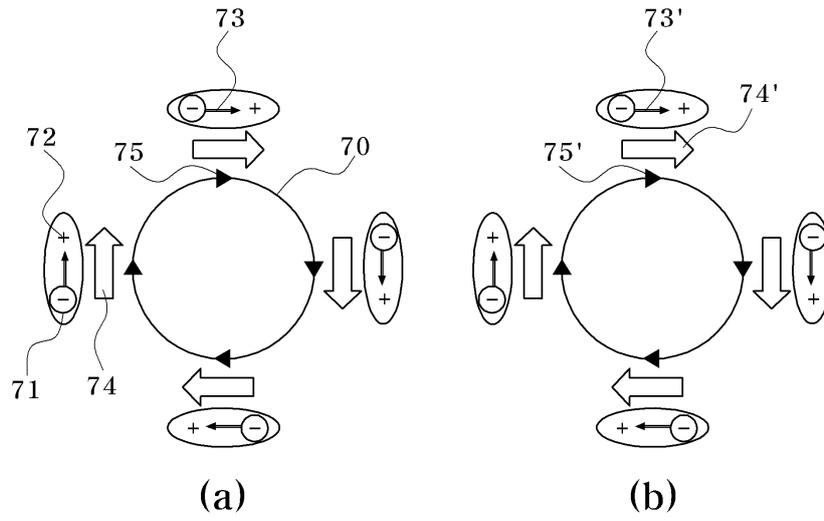


도면6b

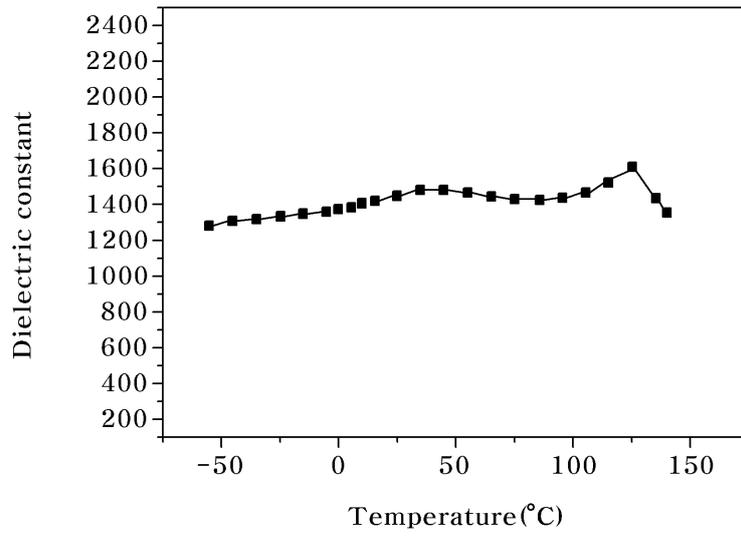


- ⊖ : 음의 전하를 갖도록 극성화된 미소영역
- ⊕ : 양의 전하를 갖는 기지
- ⊖⊕ : 음의 미소극성영역과 기지사이에 형성되는 분극

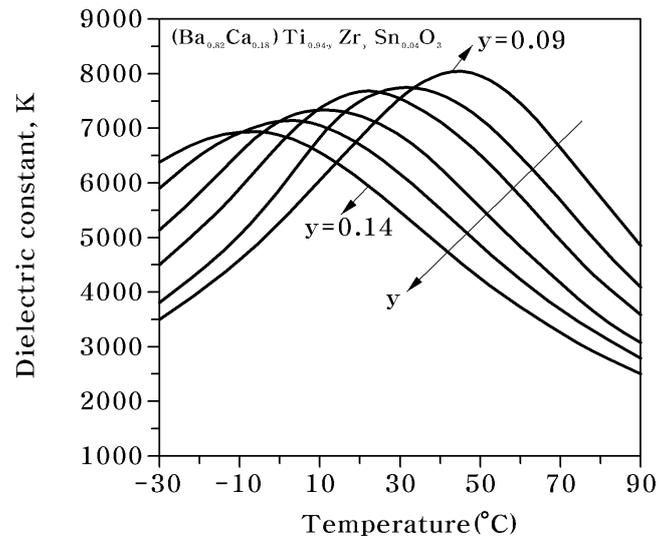
도면7



도면8



도면9



도면10

