



(19) 대한민국특허청(KR)  
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2014-0058569  
(43) 공개일자 2014년05월14일

- (51) 국제특허분류(Int. Cl.)  
*G06K 17/00* (2006.01) *H04B 1/04* (2006.01)  
*H04B 1/59* (2006.01)
- (21) 출원번호 10-2014-7004448
- (22) 출원일자(국제) 2012년08월28일  
심사청구일자 없음
- (85) 번역문제출일자 2014년02월20일
- (86) 국제출원번호 PCT/JP2012/071694
- (87) 국제공개번호 WO 2013/035584  
국제공개일자 2013년03월14일
- (30) 우선권주장  
JP-P-2011-197569 2011년09월09일 일본(JP)

- (71) 출원인  
소니 주식회사  
일본국 도쿄도 미나토구 코난 1-7-1
- (72) 발명자  
간노 마사요시  
일본 1080075 도쿄도 미나토구 코난 1-7-1 소니  
주식회사 내
- (74) 대리인  
장수길, 이중희

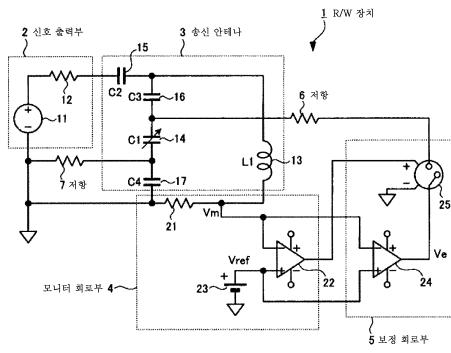
전체 청구항 수 : 총 16 항

(54) 발명의 명칭 송신 장치, 송수신 장치, 접속 회로 및 통신 상태의 모니터 방법

### (57) 요 약

전자 유도 작용에 의해 외부와 비접촉으로 통신을 행하는 송신 장치에 있어서, 통신 상태를 모니터하면서 통신 특성의 최적화를 도모하는 것을 과제로 한다. 송신 장치(1)를 송신부(3)와, 신호 출력부(2)와, 통신 모니터부(4)와, 통신 보정부(5)를 구비하는 구성으로 한다. 통신 모니터부(4)는 안테나 코일(13)에 흐르는 전류에 관한 정보를 모니터하고, 그 모니터된 정보에 기초하여 통신 상태를 판별한다. 그리고, 통신 보정부(5)는 통신 모니터부(4)에서의 판별 결과에 기초하여, 통신 특성을 보정한다.

**대 표 도** - 도11



11 신호원 12 출력 임피던스 13 안테나 코일 14 병렬 가변 컨덴서  
15 적렬 컨덴서 16,17 DC 세거용 컨덴서 21 모니터 저항  
22 비교기 23 참조 전원 24 예비 증폭기 25 전환 스위치

## 특허청구의 범위

### 청구항 1

송신 장치로서,

안테나 코일을 갖고, 외부 장치와 전자(電磁) 결합에 의해 통신을 행하는 송신부와,

소정 주파수의 신호를 생성하고, 생성한 상기 신호를 상기 송신부로 출력하는 신호 출력부와,

상기 안테나 코일에 흐르는 전류에 관한 정보를 모니터하고, 모니터된 상기 정보에 기초하여 통신 상태를 판별하는 통신 모니터부와,

상기 통신 모니터부에 있어서의 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 통신 특성을 보정하는 통신 보정부를 구비하는, 송신 장치.

### 청구항 2

제1항에 있어서,

상기 통신 보정부는, 상기 통신 모니터부에 있어서의 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 상기 송신부의 캐패시턴스, 인덕턴스 및 Q값 중 적어도 1개를 변화시켜서, 통신 특성을 보정하는, 송신 장치.

### 청구항 3

제2항에 있어서,

상기 송신부는, 상기 안테나 코일에 병렬 접속된 용량 가변의 병렬 콘덴서를 갖고,

상기 통신 보정부는, 상기 통신 모니터부에 있어서의 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 상기 병렬 콘덴서의 캐패시턴스를 변화시키는, 송신 장치.

### 청구항 4

제2항에 있어서,

상기 송신부는, 상기 안테나 코일에 직렬 접속된 용량 가변의 직렬 콘덴서를 갖고,

상기 통신 보정부는, 상기 통신 모니터부에 있어서의 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 상기 직렬 콘덴서의 캐패시턴스를 변화시키는, 송신 장치.

### 청구항 5

제1항에 있어서,

상기 통신 보정부는, 상기 통신 모니터부에 있어서의 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 상기 안테나 코일에 흐르는 전류를 증가시켜서, 통신 특성을 보정하는, 송신 장치.

### 청구항 6

제1항에 있어서,

상기 통신 보정부는, 상기 통신 모니터부에 있어서의 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 상기 신호 출력부의 출력 임피던스를 작게 하여, 통신 특성을 보정하는, 송신 장치.

### 청구항 7

제1항에 있어서,

상기 통신 보정부는, 상기 통신 모니터부에 있어서의 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 상기 송신부의 Q값을 제1 Q값으로부터 상기 제1 Q값보다 큰 제2 Q값으로 변화시켜서, 통신 특성을 보정하고,

상기 통신 모니터부는, 상기 송신부의 Q값이 상기 제1 Q값일 때 사용하는 상기 통신 상태의 제1 판별 임계값과, 상기 송신부의 Q값이 상기 제2 Q값일 때 사용하는 상기 통신 상태의 제2 판별 임계값을 갖고, 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 상기 통신 상태를 판별하기 위한 임계값을 상기 제1 판별 임계값과 상기 제2 판별 임계값 간에서 전환하는, 송신 장치.

#### **청구항 8**

제1항에 있어서,

상기 안테나 코일에 흐르는 전류에 관한 정보가, 상기 안테나 코일에 흐르는 전류에 대응하는 전압값인, 송신 장치.

#### **청구항 9**

제8항에 있어서,

상기 통신 모니터부는, 상기 안테나 코일에 흐르는 전류에 대응하는 전압값의 최대값의 1/2 값과, 모니터된 상기 전압값을 비교하여, 통신 상태를 판별하는, 송신 장치.

#### **청구항 10**

제8항에 있어서,

상기 통신 모니터부는, 외부 수신 장치가 비접촉 통신 가능한 범위에 존재하는지 여부를 식별하기 위한 소정의 임계값 전압과, 모니터된 상기 전압값을 비교하여, 통신 상태를 판별하는, 송신 장치.

#### **청구항 11**

제10항에 있어서,

상기 통신 모니터부가, 상기 외부 수신 장치가 비접촉 통신 가능한 범위에 존재하지 않는다고 판별한 경우에는, 상기 통신 보정부는, 상기 신호 출력부에서 생성된 상기 신호의 위상과, 상기 송신부로부터 송출되는 신호의 위상과의 차를 보정하는, 송신 장치.

#### **청구항 12**

제1항에 있어서,

상기 통신 모니터부에 있어서의 통신 상태의 판별 결과를 표시하는 표시부를 더 구비하는, 송신 장치.

#### **청구항 13**

제1항에 있어서,

상기 송신부가, 상기 통신 모니터부에 있어서의 통신 상태의 판별 결과에 관한 데이터를 외부에 송신하는, 송신 장치.

#### **청구항 14**

송수신 장치로서,

안테나 코일을 갖고, 외부와 전자 결합에 의해 통신을 행하는 송신부와, 소정 주파수의 신호를 생성하고, 생성한 상기 신호를 상기 송신부로 출력하는 신호 출력부와, 상기 안테나 코일에 흐르는 전류에 관한 정보를 모니터하고, 모니터된 상기 정보에 기초하여 통신 상태를 판별하는 통신 모니터부와, 상기 통신 모니터부에 있어서의 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 통신 특성을 보정하는 통신 보정부를 갖는 송신 기능부,

수신 안테나를 갖고, 외부와 전자 결합에 의해 통신을 행하는 수신 기능부

를 구비하는, 송수신 장치.

#### **청구항 15**

집적 회로로서,

외부 장치와 전자 결합에 의해 통신을 행하는 송신 안테나의 안테나 코일에 흐르는 전류에 관한 정보를 모니터하고, 모니터된 상기 정보에 기초하여 통신 상태를 판별하는 통신 모니터부와,

상기 통신 모니터부에 있어서의 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 통신 특성을 보정하는 통신 보정부를 구비하는, 집적 회로.

## 청구항 16

통신 상태의 모니터 방법으로서,

안테나 코일을 갖고, 외부와 전자 결합에 의해 통신을 행하는 송신부와, 상기 안테나 코일에 흐르는 전류에 관한 정보를 모니터하는 통신 모니터부를 구비하는 송신 장치의 상기 통신 모니터부가, 안테나 코일에 흐르는 전류에 관한 정보를 모니터하는 단계와,

상기 통신 모니터부가, 모니터된 상기 안테나 코일에 흐르는 전류에 관한 정보에 기초하여 통신 상태를 판별하는 단계

를 포함하는, 통신 상태의 모니터 방법.

## 명세서

### 기술 분야

[0001]

본 발명은, 정보 또는 에너지를 전자(電磁) 유도 작용(전자 결합)에 의해 비접촉으로 통신(전송)하는 기능을 구비하는 송신 장치, 송수신 장치, 집적 회로 및 이들 장치에 있어서의 통신 상태의 모니터 방법에 관한 것이다.

### 배경기술

[0002]

최근 들어, 예를 들어 교통 승차권이나 전자 화폐 등의 비접촉 IC(Integrated Circuit) 카드를 이용한 비접촉 통신 시스템의 보급이 현저하다. 이러한 비접촉 통신 시스템에서는, 시스템 전용의 리더/라이터(이하, R/W라 기재함) 장치의 송신 안테나(공진 회로)로부터 방사된 송신 신호(전자파)를 비접촉 IC 카드 내에 설치된 수신 안테나에 의해 전자 유도 작용에 의해 수신한다.

[0003]

이와 같은 비접촉 통신 시스템에서는, 양호한 통신 특성을 얻기 위해서는 R/W 장치 내의 신호원의 주파수와, R/W 장치의 송신 안테나의 공진 주파수와, 비접촉 IC 카드 내의 수신 안테나(공진 회로)의 공진 주파수가 서로 일치하는 것이 중요하다. 그러나, 비접촉 IC 카드의 수신 안테나 또는 R/W 장치의 송신 안테나의 공진 주파수는, 다양한 요인에 의해 변동한다. 이 경우, 비접촉 IC 카드와 R/W 장치 간에 안정적으로 정보를 송수신하는 것이 곤란해진다.

[0004]

따라서, 종래, 비접촉 통신 시스템의 기술 분야에서는, 모든 조건하에서, 양호한 통신 상태를 유지하기 위한 다양한 기술이 제안되어 있다(예를 들어, 특허문헌 1 참조). 특허문헌 1에는, 무선 통신에 의해 전자 결제를 행하는 전자 결제 시스템용 비접촉 IC 카드 장치가 기재되어 있다. 그리고, 특허문헌 1의 전자 결제 시스템용 비접촉 IC 카드 장치에서는, 무선 송수신 회로와 비접촉 R/W의 거리나 위치 관계 및 주위의 전파 상황에 따라서, 무선 송수신 회로의 송신 전력을 최적으로 제어하는 기술이 제안되어 있다.

### 선행기술문헌

#### 특허문헌

[0005]

(특허문헌 0001) 일본 특허 공개 제2003-216911호 공보

### 발명의 내용

#### 해결하려는 과제

[0006]

전술한 바와 같이, 비접촉 통신 시스템의 기술 분야에서는, 종래, 양호한 통신 상태를 유지하기 위한 다양한 기술이 제안되어 있지만, 보다 확실하게 양호한 통신 상태를 얻기 위해서는, 통신 상태 바로 그 자체를 모니터하

면서 통신 특성을 최적화하는 것이 바람직하다. 그러나, 지금으로서는, 실용적인 통신 상태의 모니터 방법 및 그 방법을 이용하여 통신 특성을 조정하는 것이 가능한 송수신 장치는 제안되어 있지 않다.

[0007] 본 발명은, 상기 상황을 감안하여 이루어진 것으로, 본 발명의 목적은, 통신 상태를 모니터하면서 통신 특성의 최적화를 도모할 수 있는 송신 장치, 송수신 장치, 접속 회로 및 통신 상태의 모니터 방법을 제공하는 것이다.

### 과제의 해결 수단

[0008] 상기 과제를 해결하기 위해서, 본 발명의 송신 장치는, 송신부와, 신호 출력부와, 통신 모니터부와, 통신 보정부를 구비하고, 각 부의 구성 및 기능을 다음과 같이 한다. 송신부는, 안테나 코일을 갖고, 외부 장치와 전자 결합에 의해 통신을 행한다. 신호 출력부는, 소정 주파수의 신호를 생성하고, 생성한 상기 신호를 송신부로 출력한다. 통신 모니터부는, 안테나 코일에 흐르는 전류에 관한 정보를 모니터하고, 모니터한 상기 정보에 기초하여 통신 상태를 판별한다. 통신 보정부는, 통신 모니터부에 있어서의 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 통신 특성을 보정한다.

[0009] 또한, 본 명세서에서 말하는 「통신」은, 정보 통신뿐만 아니라, 예를 들어 무선 전력 전송 시스템에서 행해지는 에너지 전송(전력 전송)도 포함하는 의미이다. 또한, 본 명세서에서 말하는 「통신 상태」는, 정보의 비접촉 통신 시에 있어서의 통신 상태뿐만 아니라, 예를 들어 무선 전력 전송 시스템에서 행해지는 에너지의 비접촉 전송 시의 전송 상태도 포함하는 의미이다.

[0010] 또한, 본 발명의 송수신 장치는, 상기 본 발명의 송신 장치와 마찬가지의 구성을 갖는 송신 기능부와, 수신 안테나를 갖고, 외부와 전자 결합에 의해 통신을 행하는 수신 기능부를 구비하는 구성으로 한다. 또한, 본 발명의 접속 회로는, 본 발명의 송신 장치의 통신 모니터부와, 통신 보정부를 구비하는 구성으로 한다.

[0011] 또한, 본 발명의 통신 상태의 모니터 방법은, 본 발명의 송신 장치에 있어서의 통신 상태의 모니터 방법이며, 다음의 수순으로 행한다. 우선, 통신 모니터부가, 안테나 코일에 흐르는 전류에 관한 정보를 모니터한다. 계속해서, 통신 모니터부가, 모니터된 안테나 코일에 흐르는 전류에 관한 정보에 기초하여 통신 상태를 판별한다.

### 발명의 효과

[0012] 전술한 바와 같이, 본 발명에서는, 송신 장치의 송신부의 안테나 코일에 흐르는 전류(코일 전류)를 모니터하고, 그 모니터 결과에 기초하여 통신 상태를 판별한다. 그리고, 그 판별 결과에 기초하여, 송신 장치의 예를 들어, 공진 특성, 출력 동작 및 기기 동작을 제어하여, 통신 특성을 보정한다. 그로 인해, 본 발명에 의하면, 통신 상태를 모니터하면서 통신 특성의 최적화를 도모할 수 있다.

### 도면의 간단한 설명

[0013] 도 1은 각종 검증 실험에서 이용한 평가용 비접촉 통신 시스템의 회로 구성도이다.

도 2는 각종 검증 실험에서 이용한 각종 송신 안테나의 안테나 코일의 개략 구성 및 크기를 나타내는 도면이다.

도 3은 검증 실험 1의 측정 결과를 나타내는 도면이다.

도 4는 검증 실험 2의 측정 결과를 나타내는 도면이다.

도 5는 검증 실험 2의 측정 결과를 나타내는 도면이다.

도 6은 검증 실험 3의 측정 결과를 나타내는 도면이다.

도 7은 검증 실험 4의 측정 결과를 나타내는 도면이다.

도 8은 검증 실험 4의 측정 결과를 나타내는 도면이다.

도 9는 검증 실험 5의 측정 결과를 나타내는 도면이다.

도 10은 검증 실험 5의 측정 결과를 나타내는 도면이다.

도 11은 제1 실시 형태에 따른 R/W 장치의 회로 구성도이다.

도 12는 제1 실시 형태에 따른 R/W 장치에 있어서의 통신 상태의 모니터 방법 및 통신 특성의 보정 방법의 수순을 나타내는 흐름도이다.

도 13은 제2 실시 형태에 따른 R/W 장치의 회로 구성도이다.

도 14는 제3 실시 형태에 따른 R/W 장치의 회로 구성도이다.

도 15는 제4 실시 형태에 따른 R/W 장치의 회로 구성도이다.

도 16은 제5 실시 형태에 따른 R/W 장치의 회로 구성도이다.

도 17은 제6 실시 형태에 따른 R/W 장치의 회로 구성도이다.

도 18은 제7 실시 형태에 따른 R/W 장치의 회로 구성도이다.

### 발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0014] 이하에, 본 발명의 실시 형태에 따른 송신 장치 및 통신 상태의 모니터 방법의 일례를, 도면을 참조하면서 하기의 순으로 설명한다. 단, 본 발명은 하기의 예에 한정되지 않는다.
- [0015] 1. 통신 상태의 모니터 방법 및 통신 특성의 보정 방법의 원리
- [0016] 2. 송신 장치의 각종 실시 형태
- [0017] 3. 각종 변형예 및 각종 응용예
- [0018] <1. 통신 상태의 모니터 방법 및 통신 특성의 보정 방법의 원리>
- [0019] 본 발명에 있어서의 송신 장치 및 송수신 장치에서는, 송신 안테나(공진 회로)를 구성하는 안테나 코일에 흐르는 전류를 모니터하고, 그 모니터 신호에 기초하여 통신 상태를 판별한다. 이하에서는, 이 방법에 의해, 통신 상태를 판별할 수 있는 원리를, 각종 검증 실험의 결과를 참조하면서 설명한다.
- [0020] [공진 주파수 어긋남의 요인]
- [0021] 전술한 바와 같이, 비접촉 통신 시스템에서는 비접촉 IC 카드(비접촉 데이터 캐리어)의 수신 안테나 또는 R/W 장치의 송신 안테나의 공진 주파수는, 다양한 요인에 의해 변동한다. 구체적으로는, 다음과 같은 요인을 들 수 있다.
- [0022] (1) 공진 회로를 구성하는 안테나 코일의 인덕턴스 및 콘덴서의 용량값(캐패시턴스)의 변동에 의한 초기 어긋남(특히 안테나 코일의 인덕턴스의 변동은 큼).
- [0023] (2) 예를 들어 온도 변화 등의 환경 조건의 변동에 의한 어긋남.
- [0024] (3) R/W 장치와 비접촉 IC 카드의 자기적 결합에 의한 어긋남.
- [0025] 상기 요인 (3)은 R/W 장치의 송신 안테나와 비접촉 IC 카드의 수신 안테나 간에 발생하는 상호 인덕턴스(M)에 기초하는 요인이다. 양자 간의 상호 인덕턴스 M은, R/W 장치의 송신 안테나의 인덕턴스를 L1로 하고, 비접촉 IC 카드의 수신 안테나의 인덕턴스를 L2로 했을 때,  $M=K(L1 \times L2)^{1/2}$ 로 표현된다. 또한, K는, 자기 결합 계수이며, 예를 들어 송신 안테나와 수신 안테나 간의 거리나, 각 안테나의 사이즈 등의 조건에 따라 변화하는 변수이다. 구체적으로는, 자기 결합 계수 K는, 송신 안테나와 수신 안테나 간의 거리가 작은 경우에 커지고, 또한 송신 안테나의 안테나 사이즈와 수신 안테나의 안테나 사이즈가 서로 가까운 값인 경우에 커진다.
- [0026] 그리고, 자기적 결합(K)이 변화하면, 상호 인덕턴스(M)가 변화된다. 이 경우, 안테나 코일의 인덕턴스가 변화하고, 이에 의해, 안테나의 공진 주파수( $f=1/(2\pi(LC)^{1/2})$ )가 변화된다. 이러한 안테나의 공진 주파수의 변화는, R/W 장치 및 비접촉 IC 카드의 양쪽에서 발생한다. 이 상호 인덕턴스 M의 영향이 큰 경우, 다음과 같은 현상이 발생한다.
- [0027] (a) R/W 장치에서는, 송신 주파수에서의 임피던스가 변화하여, 신호원과 송신 안테나 간의 임피던스 매칭이 취해지지 않게 된다. 이 경우, 송신 안테나에 흐르는 코일 전류가 감소한다.
- [0028] (b) 비접촉 IC 카드에서는, 수신 주파수(=송신 주파수)에서의 Q값(Quality factor)이 내려가서(임피던스가 저하되어), 수신 전압이 감소한다.
- [0029] 또한, 상기 현상 (a) 및 (b)는 후술하는 검증 실험에서도 확인된다. 구체적으로는, 송신 안테나와 수신 안테나 간의 거리가 너무 작아지면(양자가 너무 접근하면), 수신 전압이 감소하고, 또한 양자가 서로 근접하여 밀착하

면 통신 불량이 발생한다. 이것은, 주로 R/W 장치측의 공진 주파수 어긋남에 의한 출력 저하의 영향이 원인이라고 생각된다.

[0030] 전술한 요인 (3)에 의한 공진 주파수 어긋남을 보정하기 위해서는, R/W 장치와 비접촉 IC 카드 간의 거리(위치 관계)나 양자의 안테나 사이즈 등의 조건에 따라 변화하는 양자 간의 통신 상태를 모니터할 필요가 있다. 여기에서는, 전술한 요인 (3)에 의한 통신 특성에의 영향에 대하여, 각종 검증 실험의 결과를 참조하면서, 구체적으로 설명한다.

[0031] [평가용 비접촉 통신 시스템의 회로 구성]

[0032] 도 1에, 각종 검증 실험에 이용한 평가용 비접촉 통신 시스템(이하, 평가 시스템이라고 함)의 회로 구성을 나타낸다. 또한, 도 1에는, 주로 비접촉 통신 시에 기능하는 회로 구성만을 나타낸다.

[0033] 평가 시스템(100)은 검증용 R/W 장치(110) 및 비접촉 IC 카드(120)로 구성된다. 또한, 도 1에 도시한 평가 시스템(100)의 회로 구성은, 예를 들어 Felica(등록 상표)/NFC(Near Field Communication) 방식 등의 비접촉 통신 시스템에서 이용되는 기본적인 통신 회로부의 회로 구성과 마찬가지이다. 단, 후술하는 모니터 회로부(113)는 실제 제품에는 포함되지 않는다.

[0034] (1) R/W 장치의 구성

[0035] R/W 장치(110)는 신호 출력부(111)와, 송신 안테나(112)(공진 회로)와, 모니터 회로부(113)를 구비한다.

[0036] 신호 출력부(111)는 소정 주파수( $13.56\text{MHz}$ )의 신호를 출력하는 신호원(111a)과, 임피던스가  $50\Omega$ 의 출력 임피던스(111b)로 구성된다. 신호원(111a)의 한쪽 출력 단자(「+」측의 단자)는 출력 임피던스(111b)의 한쪽 단자에 접속되고, 신호원(111a)의 다른 쪽 출력 단자(「-」측의 단자)는 접지된다. 또한, 출력 임피던스(111b)의 다른 쪽 단자는, 송신 안테나(112) 내의 후술하는 직렬 콘덴서(116)의 한쪽 단자에 접속된다.

[0037] 송신 안테나(112)는 안테나 코일(114)과, 병렬 콘덴서(115)와, 직렬 콘덴서(116)로 구성된다. 안테나 코일(114)의 한쪽 단자는, 병렬 콘덴서(115)의 한쪽 단자 및 직렬 콘덴서(116)의 다른 쪽 단자에 접속되고, 안테나 코일(114)의 다른 쪽 단자는, 모니터 회로부(113) 내의 후술하는 2개의 저항(117, 118)을 개재하여 접지된다. 또한, 병렬 콘덴서(115)의 다른 쪽 단자는 접지된다. 즉, 안테나 코일(114) 및 2개의 저항(117, 118)을 포함하는 직렬 회로는, 병렬 콘덴서(115)에 병렬 접속된다.

[0038] 또한, 여기서는, 안테나 코일(114)의 인덕턴스 L1, 병렬 콘덴서(115)의 용량값 C1 및 직렬 콘덴서(116)의 용량값 C2는, 신호 출력부(111)와 송신 안테나(112) 간에 임피던스 매칭이 취해지도록 설정하였다. 구체적으로는, 신호 출력부(111)와 송신 안테나(112) 간에,  $13.56\text{MHz}$ 의 신호에 대하여  $50\Omega$ ( $Z=50+j0[\Omega]$ )으로 매칭이 취해지도록, 안테나 코일(114) 내의 각 회로 소자의 상수(L1, C1 및 C2)를 설정하였다. 단, 이때, 송신 안테나(112)와 수신 안테나(121) 간의 자기적 결합이 없는 상태에서, 안테나 코일(114) 내의 각 회로 소자의 상수를 설정하였다.

[0039] 또한, 후술하는 각종 검증 실험에서는, 안테나 사이즈(안테나 코일의 사이즈)가 서로 다른 2종의 송신 안테나(112)를 준비하였다. 그로 인해, 평가 시스템(100)에서는, 각 안테나 사이즈의 송신 안테나(112)에 있어서, 신호 출력부(111)와 송신 안테나(112) 간에 임피던스 매칭이 취해지도록, 각 콘덴서의 용량값(C1 및 C2)을 적절히 설정하였다.

[0040] 모니터 회로부(113)는 안테나 코일(114)에 흐르는 코일 전류를 모니터하는 회로이며, 여기에서는, 3개의 저항(117 내지 119)에 의해 모니터 회로부(113)를 구성한다. 저항(117) 및 저항(118)은 직렬 접속되고, 안테나 코일(114)과 접지 사이에 설치된다. 또한, 저항(119)은 저항(117)과 저항(118) 간의 접속점과 접지 사이에 설치된다. 또한, 저항(117) 및 저항(118)은 모두, 저항값  $1\Omega$ 의 저항 소자로 구성하고, 저항(119)은 저항값  $50\Omega$ 의 저항 소자로 구성하였다.

[0041] 도 1에 도시한 평가 시스템(100)의 모니터 회로부(113)에서는, 코일 전류를 직접 모니터하지 않고, 코일 전류를 전압으로 변환하여 그 전압값을 모니터한다. 구체적으로는, 저항(117)과 저항(118) 간의 접속점의 전압을, 코일 전류에 대응하는 전압(이하, 모니터 전압  $V_m$ 이라 함)으로서 모니터한다. 그리고, 평가 시스템(100)에서는, 이 모니터 전압  $V_m$ 에 기초하여, 통신 상태(자기 결합 상태)를 판별한다.

[0042] (2) 비접촉 IC 카드의 구성

[0043] 비접촉 IC 카드(120)는 수신 안테나(121: 공진 회로)와, 정류 회로(122)와, 출력 검출 회로(123)를 구비한다.

- [0044] 수신 안테나(121)는 병렬 접속된 안테나 코일(124) 및 콘덴서(125)로 구성된다. 또한, 안테나 코일(124)의 인덕턴스 L2 및 콘덴서(125)의 용량값 C3은, 13.56MHz의 수신 신호에 대하여 수신 안테나(121)의 임피던스가 최대가 되도록 설정하였다. 단, 이때, 송신 안테나(112)와 수신 안테나(121) 간의 자기적 결합이 없는 상태에서, 안테나 코일(124) 내의 각 회로 소자의 상수(L2 및 C3)를 설정하였다.
- [0045] 또한, 후술하는 각종 검증 실험에서는, 안테나 사이즈가 서로 다른 3종의 수신 안테나(121)를 준비하였다. 그로 인해, 각 안테나 사이즈의 수신 안테나(121)에 있어서, 13.56MHz의 수신 신호에 대하여 수신 안테나(121)의 임피던스가 최대가 되도록, 콘덴서(125)의 용량값 C3을 적절히 설정하였다.
- [0046] 정류 회로(122)는 수신 안테나(121)에 의해 수신된 교류 신호(수신 전압 Vout)를 직류 신호(이하, 검파 출력 Vov라 함)로 변환하는 회로이며, 도 1에 도시한 평가 시스템(100)에서는, 4개의 다이오드(122a 내지 122d)로 구성된다.
- [0047] 출력 검출 회로(123)는 정류 회로(122)를 개재하여, 수신 안테나(121)에 병렬 접속되고, 정류 회로(122)에 의해 변환된 검파 출력 Vov를 검출하는 회로이다. 도 1에 도시한 평가 시스템(100)에서는, 출력 검출 회로(123)는 병렬 접속된 저항(123a) 및 콘덴서(123b)로 구성된다. 또한, 여기에서는, 저항(123a)의 저항값은 820Ω으로 하였다.
- [0048] (3) 안테나 사이즈
- [0049] 도 2에, 각종 검증 실험에서 이용한 각종 송신 안테나(112) 및 각종 수신 안테나(121)의 개략 구성 및 안테나 사이즈를 나타낸다. 또한, 도 2는, 안테나 코일의 개략 상면도이며, 평가 시스템(100)에서는, 대략 직사각 형상의 안테나 코일을 사용한다.
- [0050] 하기 검증 실험에서는, 도 2에 도시한 바와 같이, 송신 안테나(112)로서, 긴 변 방향의 직경이 44mm이면서, 짧은 변 방향의 직경이 30mm인(중 사이즈) 안테나 코일을 갖는 안테나를 준비하였다. 또한, 하기 검증 실험에서는, 송신 안테나(112)로서, 긴 변 방향의 직경이 22mm이면서, 짧은 변 방향의 직경이 16mm인(소 사이즈) 안테나 코일을 갖는 안테나를 준비하였다.
- [0051] 한편, 수신 안테나(121)로서는, 도 2에 도시한 바와 같이, 긴 변 방향의 직경이 68mm이면서, 짧은 변 방향의 직경이 38mm인(대 사이즈) 안테나 코일을 갖는 안테나를 준비하였다. 또한, 하기 검증 실험에서는, 수신 안테나(121)로서, 긴 변 방향의 직경이 44mm이면서, 짧은 변 방향의 직경이 30mm인(중 사이즈) 안테나 코일을 갖는 안테나를 준비하였다. 또한, 하기 검증 실험에서는, 수신 안테나(121)로서, 긴 변 방향의 직경이 20mm이면서, 짧은 변 방향의 직경이 16mm인(소 사이즈) 안테나 코일을 갖는 안테나를 준비하였다.
- [0052] [자기적 결합의 영향의 개요]
- [0053] 전술한 바와 같은 비접촉 통신 시스템에 있어서, 효율적으로 비접촉 통신을 행하기 위해서는, 일반적으로, 도 1에 도시한 바와 같이, 신호의 송신측 및 수신측의 각 장치에, 공진 회로에 의해 구성된 안테나가 설치된다. 그리고, 이러한 비접촉 통신 시스템에서는, 양호한 통신 특성을 얻기 위해서, 송신 안테나와 수신 안테나 간의 자기 결합 계수 K 및 공진 특성(Q값)을 크게 하는 것이 바람직하다고 말해지고 있다.
- [0054] 그러나, 코일(L)과 콘덴서(C)로 구성되는 공진 회로는, 손실을 작게 하기 위해 Q값을 크게 하는 쪽이 바람직하지만, 예를 들어 부품의 사양, 데이터 부호, 통신 속도 등의 조건을 고려하여, Q값을 큰 값으로 할 수 없다. 예를 들어 13.56MHz의 신호를 이용하는 Mifare(등록상표) 시스템에서는, Q값을 35 이하로 하는 것이 바람직하다고 말해지고 있다. 또한, 실제의 휴대 전화 등에서는, 신호원과 공진 회로(송신 안테나) 사이에서 임피던스 매칭을 취하기 위해서, 도 1에 도시한 바와 같이, 송신측의 공진 회로에 직렬의 공진 콘덴서(C2) 및 병렬의 공진 콘덴서(C1)를 설치한다. 이에 의해, 50Ω이라고 하는 낮은 임피던스에서의 매칭을 달성하고 있다.
- [0055] 또한, R/W 장치와 비접촉 IC 카드 간의 자기적 결합(자기 결합 계수 K)은 전술한 바와 같이, 양자 간의 거리에 따라 변화된다. 예를 들어, R/W 장치와 비접촉 IC 카드 간의 거리를 크게 한 경우에는, 자기적 결합은 급격히 작아지므로 통신이 곤란해진다. 예를 들어 Felica(등록상표) 등의 비접촉 통신 시스템에서는, R/W 장치와 비접촉 IC 카드 간의 거리가 10cm 이상이 되면 통신이 곤란해진다.
- [0056] 한편, 예를 들어 R/W 장치와 비접촉 IC 카드 간의 거리가 매우 짧은 경우(R/W 장치에 비접촉 IC 카드를 접촉시킨 경우 등)에는, 자기적 결합은 매우 강해진다. 그러나, 이 경우에는, R/W 장치의 송신 안테나의 코일과, 비접촉 IC 카드의 수신 안테나의 코일 사이에, 큰 상호 인덕턴스 M이 발생한다. 이 결과, 후술하는 검증 실험 1에서 구체적으로 설명하지만, R/W 장치 및 비접촉 IC 카드의 각 공진 회로(안테나)의 임피던스가 원하는 값으로

부터 벗어난다.

[0057] 즉, R/W 장치와 비접촉 IC 카드 간의 거리가 매우 짧은 경우에는, 상호 인덕턴스 M이, R/W 장치의 송신 특성 및 비접촉 IC 카드의 수신 특성의 양쪽에 영향을 미친다. 그 결과, 본래 13.56MHz로 공진해야 할 시스템에 있어서, 예를 들어 그 공진 주파수보다 낮은 주파수로 공진한다고 하는 현상이 발생한다.

[0058] 상호 인덕턴스  $M = K(L_1 \times L_2)^{1/2}$ 의 크기는, 자기적 결합의 정도(K)와, R/W 장치 및 비접촉 IC 카드의 각 안테나 코일의 인덕턴스의 크기로 결정된다. 그로 인해, R/W 장치 및 비접촉 IC 카드의 조합이나, 양자 간의 거리 및 위치 관계 등이 변화하면, 상호 인덕턴스 M이 변화된다. 또한, 각 공진 회로의 Q값이 큰 경우에는, 전술한 공진 주파수 어긋남에 의한 영향도 커진다.

[0059] 본 발명 기술의 제안자 등은, 비접촉 통신 시스템에 있어서의 전술한 R/W 장치와 비접촉 IC 카드 간의 자기적 결합의 영향을, 각종 검증 실험을 통하여 상세히 조사하였다. 그리고, 본 발명 기술의 제안자 등은, 각종 검증 실험의 결과로부터, R/W 장치의 송신 안테나에 흐르는 코일 전류를 모니터함으로써, 통신 상태를 정밀도 좋게 판별할 수 있음을 알아내었다.

#### [검증 실험 1]

[0061] 우선, 검증 실험 1에서는, 도 1에 도시한 평가 시스템(100)에 있어서, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리 d와, 신호 출력부(111)의 출력단으로부터 본 송신 안테나(112) 및 수신 안테나(121)의 임피던스 Z의 관계를 조사하였다. 검증 실험 1에서는, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 대향 방향에 있어서, 송신 안테나(112)의 코일 중심과 수신 안테나(121)의 코일 중심을 동축상으로 배치한 상태에서, 거리 d를 변화시키면서 임피던스 Z를 측정하였다. 또한, 검증 실험 1에서는, 송신 안테나(112) 및 수신 안테나(121)의 기기 내로의 탑재 형태(내장 상태)를 고려하여, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리 d의 최단 거리는 2mm로 하였다.

[0062] 도 3에, 검증 실험 1의 측정 결과를 나타낸다. 도 3은, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리 d에 대한 신호 출력부(111)의 출력단으로부터 본 송신 안테나(112) 및 수신 안테나(121)의 각 임피던스 Z의 변화를 나타내는 특성이다. 또한, 도 3에 도시한 특성의 횡축은 거리 d이며, 종축은 임피던스 Z이다. 또한, 도 3 중의 삼각 표시의 점으로 나타내는 특성(131)이 송신 안테나(112)의 임피던스 변화 특성이며, 마름모형 표시의 점으로 나타내는 특성(132)이 수신 안테나(121)의 임피던스 변화 특성이다.

[0063] 도 3으로부터 명백해진 바와 같이, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리 d가 예를 들어 30mm보다 큰 경우에는, 송신 안테나(112)의 임피던스는 50Ω으로 되고, 수신 안테나(121)의 임피던스는 3000Ω(최대값)으로 된다. 즉, 이 상태에서는, 신호 출력부(111)와 송신 안테나(112) 간에, 50Ω에서의 임피던스 매칭이 취해진 상태이며, 수신 안테나(121: 공진 회로)에 유기되는 전압도 최대가 된다.

[0064] 그러나, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리 d가 예를 들어 30mm 이하로 되면, 송신 안테나(112)의 임피던스가 급격히 증대된다. 또한, 이 경우, 비접촉 IC 카드(120)의 수신 안테나(121)의 별별 공진 특성도 변화하므로, 수신 안테나(121)의 임피던스는 급격히 작아진다. 이 상황에서는, 송신 안테나(112)의 임피던스가 커지므로, 공진 주파수가 저하된 상태로 된다.

#### [검증 실험 2]

[0066] 전술한 바와 같이, 비접촉 IC 카드(120)가 R/W 장치(110)에 너무 근접하면(자기적 결합이 너무 커지면), 송신측에서는 임피던스 매칭이 50Ω으로부터 벗어난다. 이 경우, 송신 안테나(112)에 흐르는 코일 전류가 작아진다. 또한, 비접촉 IC 카드(120)가 R/W 장치(110)에 너무 근접하면, 수신측에서는 임피던스가 감소되므로, 수신 안테나(121: 공진 회로)에 유기되는 전압이 작아진다. 즉, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리 d가 작은 경우에는, 양자 간의 자기적 결합은 증대하지만, 반대로, 수신측(비접촉 IC 카드(120)측)에서의 겹파 출력 Vov가 작아진다고 하는 현상이 발생한다.

[0067] 검증 실험 2에서는, 평가 시스템(100)의 R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간에 통신 실험을 행하고, 이 현상을 확인하였다. 구체적으로는, 상기 검증 실험 1과 마찬가지로 하여 R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리 d를 변화시키고, 그 때, 모니터 회로부(113)에 의해 겹출되는 모니터 전압 Vm 및 출력 겹출 회로(123)에 의해 겹출되는 겹파 출력 Vov의 변화를 측정하였다.

[0068] 또한, 검증 실험 2에서는, 상기 검증 실험 1과 마찬가지로, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 대향 방

향에 있어서, 송신 안테나(112)의 코일 중심과 수신 안테나(121)의 코일 중심을 동축상으로 배치한 상태에서 거리 d를 변화시켰다. 또한, 검증 실험 2에서는, 송신 안테나(112)의 안테나 사이즈와, 수신 안테나(121)의 안테나 사이즈의 조합을 다양하게 변화시켜(도 2 참조), 모니터 전압  $V_m$  및 검파 출력  $Vov$ 를 측정하였다.

[0069] 도 4 및 도 5에, 검증 실험 2의 측정 결과를 나타낸다. 도 4는, 송신 안테나(112)(R/W 장치(110))의 안테나 사이즈를 중 사이즈로 고정하면서, 수신 안테나(121)(비접촉 IC 카드(120))의 안테나 사이즈를 각각 대, 중 및 소 사이즈로 변화시켰을 때의 측정 결과이다. 또한, 도 4에 도시한 특성의 횡축은 거리 d이며, 종축은 검파 출력  $Vov$  또는 모니터 전압  $V_m$ 이다.

[0070] 또한, 도 4 중의 마름모형 표시의 점으로 나타내는 특성(141a), 사각 표시의 점으로 나타내는 특성(141b) 및 삼각 표시의 점으로 나타내는 특성(141c)은 수신 안테나(121)의 안테나 사이즈를 각각 대, 중 및 소 사이즈로 했을 때의 검파 출력  $Vov$ 의 특성이다. 또한, 도 4 중의 X 표시의 점으로 나타내는 특성(142a), 흰색 동그라미 표시의 점으로 나타내는 특성(142b) 및 동그라미 표시의 점으로 나타내는 특성(142c)은 수신 안테나(121)의 안테나 사이즈를 각각 대, 중 및 소 사이즈로 했을 때의 모니터 전압  $V_m$ 의 특성이다.

[0071] 한편, 도 5는, 송신 안테나(112)의 안테나 사이즈를 소 사이즈로 고정하면서, 수신 안테나(121)의 안테나 사이즈를 각각 대, 중 및 소 사이즈로 변화시켰을 때의 측정 결과이다. 또한, 도 5에 도시한 특성의 횡축은 거리 d이며, 종축은 검파 출력  $Vov$  또는 모니터 전압  $V_m$ 이다.

[0072] 또한, 도 5 중의 마름모형 표시의 점으로 나타내는 특성(143a), 사각 표시의 점으로 나타내는 특성(143b) 및 삼각 표시의 점으로 나타내는 특성(143c)은 수신 안테나(121)의 안테나 사이즈를 각각 대, 중 및 소 사이즈로 했을 때의 검파 출력  $Vov$ 의 특성이다. 또한, 도 5 중의 흰색 마름모형 표시의 점으로 나타내는 특성(144a), 흰색 사각 표시의 점으로 나타내는 특성(144b) 및 흰색 삼각 표시의 점으로 나타내는 특성(144c)은 수신 안테나(121)의 안테나 사이즈를 각각 대, 중 및 소 사이즈로 했을 때의 모니터 전압  $V_m$ 의 특성이다.

[0073] 송신 안테나(112)(R/W 장치(110))의 안테나 사이즈를 중 사이즈로 고정한 경우, 도 4 중의 특성(141a 내지 141c)에 나타낸 바와 같이, 수신 안테나(121)(비접촉 IC 카드(120))의 안테나 사이즈에 따라서, 검파 출력  $Vov$ 가 최대가 되는 거리 d가 서로 다르다. 또한, 거리 d가, 검파 출력  $Vov$ 가 최대가 되는 거리 d보다 더 작아지면, 수신 안테나(121)의 안테나 사이즈에 관계없이, 검파 출력  $Vov$ 가 저하되는 것을 알 수 있다. 그에 반하여 모니터 전압  $V_m$ 은, 도 4 중의 특성(142a 내지 142c)에 나타낸 바와 같이, 수신 안테나(121)의 안테나 사이즈에 관계없이, 거리 d가 작아지면 단조 감소한다.

[0074] 또한, 송신 안테나(112)의 안테나 사이즈를 소 사이즈로 고정한 경우, 도 5중의 특성(143c)에 나타낸 바와 같이, 수신 안테나(121)의 안테나 사이즈를 송신 안테나(112)의 사이즈와 대략 동일한 값으로 했을 때, 검파 출력  $Vov$ 가 8.6mm의 거리 d로 최대가 된다. 또한, 검파 출력  $Vov$ 가 최대가 될 때의 모니터 전압  $V_m$ 은, 약 160mV로 된다(특성(144c) 참조). 그리고, 이 안테나 사이즈의 조합에서는, 거리 d가, 검파 출력  $Vov$ 가 최대가 되는 거리 d보다 더 작아지면, 검파 출력  $Vov$ 가 저하된다. 또한, 수신 안테나(121)의 안테나 사이즈가 송신 안테나(112)의 사이즈와 다른 경우에는, 도 5 중의 특성(143a 및 143b)에 나타낸 바와 같이, 거리 d가 작아지면, 검파 출력  $Vov$ 가 단조 증가한다. 한편, 모니터 전압  $V_m$ 은, 도 5 중의 특성(144a 내지 144c)에 나타낸 바와 같이, 수신 안테나(121)의 안테나 사이즈에 관계없이, 거리 d가 작아지면 단조 감소한다.

[0075] 상기 검증 실험 2의 측정 결과로부터 명백해진 바와 같이, R/W 장치(110)의 안테나 사이즈와 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈의 조합에 따라서는, 양자가 밀착한 경우에, 검파 출력  $Vov$ 가 저하되는 경우가 있는 것을 알 수 있다.

[0076] 검파 출력  $Vov$ 의 특성은, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 자기적 결합의 강도 및 자기적 결합에 의해 받는 영향의 정도에 따라 변화된다. 또한, 일반적으로는, R/W 장치(110)의 안테나 사이즈와 비접촉 IC 카드(120)의 사이즈가 가까운 값인 경우에 자기 결합이 커진다. 그로 인해, 상기 검증 실험 2의 결과로부터, 자기적 결합이 큰 경우(R/W 장치(110)의 안테나 사이즈와 비접촉 IC 카드(120)의 사이즈가 가까운 값인 경우)에, 근거리에서의 검파 출력  $Vov$ 의 저하량이 커진다는 것을 알 수 있다(도 4 중의 특성(141b) 참조).

[0077] [검증 실험 3]

[0078] R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 자기적 결합은, 양자 간의 거리 d뿐만 아니라, 양자의 안테나 간의 상대적인 위치 관계에 따라서도 변화된다. 즉, 비접촉 IC 카드(120)를 R/W 장치(110)의 어느 위치에 접촉시키느냐에 따라서 통신 특성이 변화하고, 비접촉 IC 카드(120)의 터치 위치에 따라서는 통신 불량이 발생하는 경우

도 있다.

[0079] 따라서, 검증 실험 3에서는, R/W 장치(110)의 송신 안테나(112)에 대한 비접촉 IC 카드(120)의 수신 안테나(121)의 상대적인 위치를 변화시켰을 때의 통신 특성의 변화를 조사하였다. 구체적으로는, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 상대 위치의 어긋남과, 모니터 회로부(113)에 의해 검출되는 모니터 전압  $V_m$  및 출력 검출 회로(123)에 의해 검출되는 검파 출력  $V_{ov}$ 의 관계(위치 어긋남 특성)를 조사하였다.

[0080] 또한, 검증 실험 3에서는, 비접촉 IC 카드(120)를 R/W 장치(110)에 밀착시킨 상태(양자 간의 거리  $d$ 는 2mm)에서, 비접촉 IC 카드(120)의 위치를 안테나 코일의 짧은 변 방향 또는 긴 변 방향으로 어긋나게 하여, 위치 어긋남 특성을 측정하였다. 또한, 여기서는, R/W 장치(110)의 안테나 사이즈와 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈의 조합을 다양하게 변화시켜서, 위치 어긋남 특성을 측정하였다.

[0081] 도 6에, 검증 실험 3의 측정 결과의 일례를 나타낸다. 도 6에 도시한 위치 어긋남 특성은, R/W 장치(110)의 안테나 사이즈를 소 사이즈로 고정하면서, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 대, 중 및 소 사이즈의 각각으로 변화시켰을 때의 위치 어긋남 특성이다. 또한, 도 6에 도시한 위치 어긋남 특성은, 비접촉 IC 카드(120)의 위치를 R/W 장치(110)에 대하여 코일의 짧은 변 방향으로 어긋나게 한 경우의 특성이다.

[0082] 또한, 도 6에 도시한 특성의 횡축은 R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 상대적인 위치 어긋남량  $y$ 이며, 종축은 검파 출력  $V_{ov}$  또는 모니터 전압  $V_m$ 이다. 또한, 도 6 중의 횡축에 있어서, 위치 어긋남량  $y=0$ 의 상태는, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 대향 방향에 있어서, 송신 안테나(112)의 코일 중심과 수신 안테나(121)의 코일 중심이 동축상으로 배치된 상태이다. 이하에서는, 이 상태를 안테나 센터라고 한다.

[0083] 또한, 도 6 중의 횡축의 플러스값은, 비접촉 IC 카드(120)를 R/W 장치(110)에 대하여 코일의 짧은 변 방향을 따라서 안테나 센터로부터 제1 방향으로 상대적으로 어긋나게 했을 때의 위치 어긋남량  $y$ 이다. 그리고, 도 6 중의 횡축의 마이너스값은, 비접촉 IC 카드(120)를 R/W 장치(110)에 대하여 제1 방향과는 반대인 제2 방향을 따라서 안테나 센터로부터 상대적으로 어긋나게 했을 때의 위치 어긋남량  $y$ 이다.

[0084] 또한, 도 6 중의 사각 표시의 점으로 나타내는 특성(145a), 마름모형 표시의 점으로 나타내는 특성(145b) 및 동그라미 표시의 점으로 나타내는 특성(145c)은 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 각각 대, 중 및 소 사이즈로 했을 때의 검파 출력  $V_{ov}$ 의 특성이다. 또한, 도 6 중의 흰색 사각 표시의 점으로 나타내는 특성(146a), 흰색 마름모형 표시의 점으로 나타내는 특성(146b) 및 흰색 동그라미 표시의 점으로 나타내는 특성(146c)은 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 각각 대, 중 및 소 사이즈로 했을 때의 모니터 전압  $V_m$ 의 특성이다. 또한, 도 6 중의 굵은 파선은, 도 5에 도시한 검파 출력  $V_{ov}$ 의 특성(143c)에 있어서, 검파 출력  $V_{ov}$ 가 최대가 될 때의 모니터 전압  $V_m$ 의 값(160mV)을 나타낸다.

[0085] 도 6으로부터 명백해진 바와 같이, 검파 출력  $V_{ov}$  및 모니터 전압  $V_m$ 의 위치 어긋남 특성은, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈에 관계없이, 위치 어긋남량  $y=0$ 에 대하여 대략 대칭적인 특성이 된다. 또한, 도 6에 도시한 위치 어긋남 특성으로부터, 검파 출력  $V_{ov}$ 는, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈에 관계없이, 안테나 센터( $y=0$ )로부터 벗어난 위치에서 최대가 되는 것을 알 수 있다. 즉, 도 6에 도시한 위치 어긋남 특성에서는, 안테나 센터( $y=0$ )에 있어서의 검파 출력  $V_{ov}$ 는, 최대값보다 저하된 값으로 된다. 특히, R/W 장치(110)의 안테나 사이즈(소 사이즈)와 비접촉 IC 카드(120)의 사이즈가 가까운 값인 경우(특성(145c): 자기적 결합이 큰 경우)에, 안테나 센터( $y=0$ )에서의 검파 출력  $V_{ov}$ 의 저하량이 가장 커지는 것을 알 수 있다.

[0086] [검증 실험 4]

[0087] 도 6에 도시한 위치 어긋남 특성으로부터 명백해진 바와 같이, 위치 어긋남량  $y$ 가 약  $\pm 10\text{mm}$ 의 범위에서는, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈가 소 사이즈일 때만(특성(146c)), 모니터 전압  $V_m$ 이 160mV(도 6 중의 굵은 파선) 이하의 값이 된다. 또한, 도 6에 도시한 위치 어긋남 특성으로부터, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈에 관계없이, 특성(146c)과  $V_m=160\text{mV}$ 를 나타내는 굵은 파선의 교점 부근의 모니터 전압  $V_m$ 에 있어서, 검파 출력  $V_{ov}$ 가 대략 최대의 값이 되는 것을 알 수 있다.

[0088] 즉, 도 5(검증 실험 2) 및 도 6(검증 실험 3)의 특성으로부터, R/W 장치(110)가 소 사이즈인 경우에는, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈에 관계없이, 모니터 전압  $V_m$ 이 160mV 부근일 때에 검파 출력  $V_{ov}$ 가 최대가 되는 것을 알 수 있다. 이러한 점에서, R/W 장치(110)의 안테나 사이즈가 일정한 경우에는, 모니터 전압  $V_m$ 과 검파 출력  $V_{ov}$  사이에 강한 상관이 존재하는 것이 추측된다.

[0089] 따라서, 검증 실험 4에서는, 모니터 전압  $V_m$ 과 검파 출력  $V_{ov}$ 의 상관 관계를 조사하였다. 구체적으로는, R/W

장치(110)의 안테나 사이즈와 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈의 각종 조합에 있어서의 검증 실험 2 및 3의 측정 결과로부터 모니터 전압  $V_m$ 과 검파 출력  $V_{ov}$ 의 상관 관계를 구하였다.

[0090] 도 7 및 도 8에, 그 상관 관계를 나타낸다. 도 7은, R/W 장치(110)의 안테나 사이즈를 중 사이즈로 고정하면서, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 대, 중 및 소 사이즈의 각각으로 변화시켰을 때의 모니터 전압  $V_m$ 과 검파 출력  $V_{ov}$ 의 상관 관계이다. 또한, 도 7에 도시한 특성의 횡축은 모니터 전압  $V_m$ 이며, 종축은 검파 출력  $V_{ov}$ 이다.

[0091] 도 7 중의 흰색 마름모형 표시로 나타내는 특성점은, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 대 사이즈로 하면서, 비접촉 IC 카드(120)의 위치를 R/W 장치(110)에 대하여 코일의 짧은 변 방향으로 상대적으로 어긋나게 한 경우의 특성이다. 도 7 중의 흰색 사각 표시로 나타내는 특성점은, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 대 사이즈로 하면서, 비접촉 IC 카드(120)의 위치를 R/W 장치(110)에 대하여 코일의 긴 변 방향으로 상대적으로 어긋나게 한 경우의 특성이다. 그리고, 도 7 중의 흰색 동그라미 표시로 나타내는 특성점은, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 대 사이즈로 하면서, 안테나 센터의 상태에서 R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리  $d$ 를 변화시킨 경우의 특성이다.

[0092] 또한, 도 7 중의 파선 마름모형 표시로 나타내는 특성점은, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 중 사이즈로 하면서, 비접촉 IC 카드(120)의 위치를 R/W 장치(110)에 대하여 코일의 짧은 변 방향으로 상대적으로 어긋나게 한 경우의 특성이다. 도 7 중의 파선 사각 표시로 나타내는 특성점은, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 중 사이즈로 하면서, 비접촉 IC 카드(120)의 위치를 R/W 장치(110)에 대하여 코일의 긴 변 방향으로 상대적으로 어긋나게 한 경우의 특성이다. 그리고, 도 7 중의 파선 동그라미 표시로 나타내는 특성점은, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 중 사이즈로 하면서, 안테나 센터의 상태에서 R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리  $d$ 를 변화시킨 경우의 특성이다.

[0093] 또한, 도 7 중의 마름모형 표시로 나타내는 특성점은, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 소 사이즈로 하면서, 비접촉 IC 카드(120)의 위치를 R/W 장치(110)에 대하여 코일의 짧은 변 방향으로 상대적으로 어긋나게 한 경우의 특성이다. 도 7 중의 사각 표시로 나타내는 특성점은, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 소 사이즈로 하면서, 비접촉 IC 카드(120)의 위치를 R/W 장치(110)에 대하여 코일의 긴 변 방향으로 상대적으로 어긋나게 한 경우의 특성이다. 그리고, 도 7 중의 동그라미 표시로 나타내는 특성점은, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 소 사이즈로 하면서, 안테나 센터의 상태에서 R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리  $d$ 를 변화시킨 경우의 특성이다.

[0094] 한편, 도 8은, R/W 장치(110)의 안테나 사이즈를 소 사이즈로 고정하면서, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 대, 중 및 소 사이즈의 각각으로 변화시켰을 때의 모니터 전압  $V_m$ 과 검파 출력  $V_{ov}$ 의 상관 관계이다. 또한, 도 8에 도시한 특성의 횡축은 모니터 전압  $V_m$ 이며, 종축은 검파 출력  $V_{ov}$ 이다. 또한, 도 8에는, 비접촉 IC 카드(120) 내의 LSI(Large Scale Integration: 도시생략)를 구동할 때의 임계값 전압(3.0V)도 긁은 파선으로 나타낸다.

[0095] 도 8 중의 흰색 마름모형 표시로 나타내는 특성점은, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 대 사이즈로 하면서, 비접촉 IC 카드(120)의 위치를 R/W 장치(110)에 대하여 코일의 짧은 변 방향으로 상대적으로 어긋나게 한 경우의 특성이다. 도 8 중의 흰색 사각 표시로 나타내는 특성점은, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 대 사이즈로 하면서, 비접촉 IC 카드(120)의 위치를 R/W 장치(110)에 대하여 코일의 긴 변 방향으로 상대적으로 어긋나게 한 경우의 특성이다. 그리고, 도 8 중의 흰색 동그라미 표시로 나타내는 특성점은, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 대 사이즈로 하면서, 안테나 센터의 상태에서 R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리  $d$ 를 변화시킨 경우의 특성이다.

[0096] 또한, 도 8 중의 파선 마름모형 표시로 나타내는 특성점은, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 중 사이즈로 하면서, 비접촉 IC 카드(120)의 위치를 R/W 장치(110)에 대하여 코일의 짧은 변 방향으로 상대적으로 어긋나게 한 경우의 특성이다. 도 8 중의 파선 사각 표시로 나타내는 특성점은, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 중 사이즈로 하면서, 비접촉 IC 카드(120)의 위치를 R/W 장치(110)에 대하여 코일의 긴 변 방향으로 상대적으로 어긋나게 한 경우의 특성이다. 그리고, 도 8 중의 파선 동그라미 표시로 나타내는 특성점은, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 중 사이즈로 하면서, 안테나 센터의 상태에서 R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리  $d$ 를 변화시킨 경우의 특성이다.

[0097] 또한, 도 8 중의 마름모형 표시로 나타내는 특성점은, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 소 사이즈로 하

면서, 비접촉 IC 카드(120)의 위치를 R/W 장치(110)에 대하여 코일의 짧은 변 방향으로 상대적으로 어긋나게 한 경우의 특성이다. 도 8 중의 사각 표시로 나타내는 특성점은, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 소 사이즈로 하면서, 비접촉 IC 카드(120)의 위치를 R/W 장치(110)에 대하여 코일의 긴 변 방향으로 상대적으로 어긋나게 한 경우의 특성이다. 그리고, 도 8 중의 동그라미 표시로 나타내는 특성점은, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 사이즈를 소 사이즈로 하면서, 안테나 센터의 상태에서 R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리  $d$ 를 변화시킨 경우의 특성이다. 또한, 도 7 및 도 8 중의 위치 어긋남 특성의 특성점은, 검증 실험 4에서 설명한 바와 같이, R/W 장치(110) 및 비접촉 IC 카드(120)를 밀착시킨 상태(양자 간의 거리  $d$ 는 2mm)에서 측정한 것이다.

[0098] 도 7 및 도 8에 도시한 특성으로부터 명백해진 바와 같이, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리  $d$ 와 양자 간의 상대 위치에 관계없이, 검파 전압  $V_{ov}$ 와 모니터 전압  $V_m$  사이에는 강한 상관이 존재하는 것을 알 수 있다. 구체적으로는, 검파 전압  $V_{ov}$ 와 모니터 전압  $V_m$ 의 상관 특성은, 하나의 포물선형의 특성으로 표현되는 것을 알 수 있다.

[0099] 또한, 도 7 및 도 8에 도시한 바와 같이, R/W 장치(110)의 안테나 사이즈에 따라, 검파 출력  $V_{ov}$ 가 최대가 되는 모니터 전압  $V_m$ 의 값은 서로 다르다. 그러나, R/W 장치(110)의 안테나 사이즈가 정해지면, 검파 출력  $V_{ov}$ 가 최대가 되는 모니터 전압  $V_m$ 은, 비접촉 IC 카드의 안테나 사이즈에 관계없이 일정해지는 것을 알 수 있다.

[0100] 여기서, 검파 출력  $V_{ov}$ 과 모니터 전압  $V_m$  간의 상관 특성과, 통신 상태의 관계를, 도 8을 참조하면서 설명한다.

[0101] (1) 영역 A

[0102] 도 8 중의 모니터 전압  $V_m$ 의 최대값  $V_{m1}$ 로부터, 검파 출력  $V_{ov}$ 가 3.0V(LSI의 구동 전압의 임계값)가 되는 모니터 전압  $V_{m2}$ 까지의 영역 A는, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리  $d$ 가 큰(원거리) 영역이다. 그로 인해, 이 영역 A에서는, 비접촉 IC 카드(120)에 있어서, LSI를 구동하기에 충분한 전압을 유기하는 것이 어려워, 양호한 통신 상태가 얻어지지 않는다. 단, 수신측(비접촉 IC 카드(120)측)의 LSI가, 수신 전력으로 동작하지 않고, 배터리로 동작하는 경우에는, 검파 출력  $V_{ov}$ 가 3.0V 이하(예를 들어 1.5V 등)더라도 양호한 통신이 가능하다.

[0103] 또한, 모니터 전압  $V_m$ 이 그 최대값  $V_{m1}$  부근인 경우에는, R/W 장치의 통신 가능권(communication range) 내에 비접촉 IC 카드가 존재하지 않는(자기적 결합이 없는) 경우의 통신 상태도 포함한다. 그로 인해, 모니터 전압  $V_m$ 이 그 최대값  $V_{m1}$  부근의 값인지 여부를 판정함으로써, R/W 장치의 통신 가능권 내에 비접촉 IC 카드가 존재하는지 여부를 판별할 수 있다.

[0104] (2) 영역 B

[0105] 도 8 중의 모니터 전압  $V_{m2}$ 로부터, 검파 출력  $V_{ov}$ 가 최대가 되는 모니터 전압  $V_{m3}$ 까지의 영역 B는, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리  $d$ 가 비접촉 통신에 적합한 거리(중간 거리)의 영역이며, 양호한 통신 상태가 얻어지는 영역이다. 이 영역 B는, 예를 들어 도 3 중의 임피던스 특성에 있어서, 거리  $d$ 가 10 내지 25mm의 범위, 즉 양호한 임피던스 특성이 얻어지는 범위에 대응한다. 그로 인해, 영역 B에서는, 양호한 공진 특성(임피던스 매칭)이 얻어져서, 양호한 통신 상태가 얻어진다.

[0106] 여기서, 영역 B의 통신 상태를 보다 상세히 설명한다. 비접촉 통신 시스템에서는, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리  $d$ 가 근접하면 자기적 결합이 강해져서, R/W 장치(110)가 발생하는 자기 에너지를 비접촉 IC 카드(120)의 안테나가 수취한다. 이에 의해, 비접촉 IC 카드(120)의 안테나 코일에 전류가 흘러, 수신 안테나(121)에 전압  $V_{out}$ 가 유기된다. 동시에, R/W 장치(110)의 안테나 코일에서는, 비접촉 IC 카드(120)측의 안테나 코일에 의한 역기전력에 의해, 코일 전류가 감소한다. 즉, 비접촉 통신 시에는, 송신측의 자기 에너지가 수신측에서 흡수되므로, R/W 장치(110)의 송신 안테나(112)에 흐르는 코일 전류가 감소한다.

[0107] 도 8 중의 영역 B에서는, 전술한 바와 같은 전자 유도에 의한 송수신 특성(통신 특성)에 부여하는 상호 인덕턴스  $M$ 의 영향이 경미하므로, 송신측에서 발생하는 자기 에너지나 수신측의 임피던스도 거의 일정하다고 생각된다. 또한, 영역 B에서는, 도 8에 도시한 바와 같이, 비접촉 IC 카드(120)에 있어서, LSI를 구동하기에 충분한 전압을 유기할 수 있다. 그로 인해, 영역 B에 대응하는 통신 상태에서는, 검파 출력  $V_{ov}$  및 자기적 결합이 적당하여, 양호한 공진 특성이 얻어진다.

[0108] (3) 영역 C

[0109] 도 8 중의 검파 출력  $V_{ov}$ 가 최대가 되는 모니터 전압  $V_{m3}$ 으로부터, 검파 출력  $V_{ov}$ 가 3.0V가 되는 모니터 전압

$V_{m4}$ 까지의 영역 C는, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리 d가 작은(근거리) 영역이다. 이 영역 C는, 예를 들어 도 3 중의 임피던스 특성에 있어서, 거리 d가 2 내지 10mm의 범위, 즉, 신호원측에서 본 송신 안테나(112) 및 수신 안테나(121)의 각 임피던스 Z가 모두 급격히 변화하는 범위에 대응한다.

[0110] 이 영역 C에서는, 비접촉 IC 카드(120)에 있어서, LSI를 구동하기에 충분한 전압을 유기할 수 있어, 적당한 겸파 출력 Vov가 얻어진다. 그러나, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 자기적 결합이 과도하게 되어, 겸증 실험 1(도 3)에서 설명한 바와 같이, 공진 특성(임피던스)이 변화된다.

[0111] 즉, 영역 C에서는, 송신측에 있어서 임피던스 어긋남에 의해 자기 에너지가 감소하고, 수신측에서는 임피던스 어긋남에 의해 수신 신호의 전압으로의 변환 성능이 감소한다(마이너스 요인의 영향). 또한, 영역 C에서는, 이러한 마이너스 요인의 영향뿐만 아니라, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리 d가 작으므로, 자기 결합이 강해진다고 하는 플러스 요인의 영향도 있다. 그러나, 영역 C에서는, 전술한 마이너스 요인의 영향이, 전술한 플러스 요인의 영향을 상회하는 영역이다. 그로 인해, 영역 C에서는, 자기적 결합이 증대하면(R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리 d가 작아지면), 겸파 출력 Vov는 향상되지 않고, 저하된다고 하는 역전 현상이 발생한다.

[0112] 또한, 모니터 회로부(113)에서는, 전술한 바와 같이 모니터 전압  $V_m$ 을 모니터하지만, 이것은, 실질적으로는, R/W 장치(110)의 안테나 코일(114)에 흐르는 코일 전류를 모니터하는 것과 동등하다. 그리고, 코일 전류의 변화는, 상호 인덕턴스 M에 의해 비접촉 IC 카드(120)에 에너지가 흡수되어 코일 전류가 줄어드는 현상 및 R/W 장치(110)의 임피던스 어긋남에 의해 코일 전류 바로 그 자체가 작아지는 현상의 2가지 영향을 반영한다.

[0113] 그러나, 도 7 및 도 8에 도시한 바와 같이, R/W 장치(110)의 안테나 사이즈를 고정한 경우에는, R/W 장치(110)에 조합하는 비접촉 IC 카드(120)를 바꾸어도, 겸파 출력 Vov가 최대가 되는 모니터 전압  $V_m$ (도 8 중의  $V_{m2}$ )은 대략 일정해진다. 이러한 점에서, 영역 C에 있어서의 겸파 출력 Vov의 역전 현상의 주된 요인은, 상호 인덕턴스 M에 의해, 송신측의 임피던스가 크게 변화하여, R/W 장치(110)의 코일 전류 바로 그 자체가 작아지기 때문(후자 요인의 영향)이라고 생각된다.

[0114] 또한, 도 5(겸증 실험 2) 중의 겸파 출력 Vov의 특성(143a) 및 특성(143b)에 도시한 바와 같이, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 거리 d를 작게 하여도, 전술한 바와 같은 역전 현상이 발생하지 않는 경우도 있다. 이러한 R/W 장치(110) 및 비접촉 IC 카드(120)의 조합에서는, 도 5에 도시한 바와 같이, 거리 d에 대한 모니터 전압  $V_m$ 의 변화도 보다 완만해지는 것을 알 수 있다. 이러한 점에서, 이러한 조합의 비접촉 통신 시스템에서는, R/W 장치(110)와 비접촉 IC 카드(120) 간의 자기적 결합이 작고, 양자의 접근 시에 발생하는 상호 인덕턴스 M도 작다고 생각된다.

#### [0115] (4) 영역 D

[0116] 도 8 중의 모니터 전압  $V_{m4}$ 보다 낮은 모니터 전압  $V_m$ 의 영역 D는, 영역 C보다, 자기적 결합이 더 과도해지는 영역이며, 또한, LSI를 구동하기에 충분한 전압을 유기하는 것이 어려운 영역이다. 그로 인해, 영역 D는, 공진 특성의 변화가 보다 커짐과 함께, 통신 특성도 열화되므로, 통신 불량인 영역으로 된다.

#### [0117] [겸증 실험 5]

[0118] 겸증 실험 5에서는, 도 1에 도시한 평가 시스템(100)과 마찬가지의 회로를 회로 시뮬레이터로 구성하고, 시뮬레이션 계산에 의해, R/W 장치의 안테나 코일에 흐르는 코일 전류(모니터 전압  $V_m$ 에 대응)와 겸파 출력 Vov의 상관 관계를 구하였다. 또한, 겸증 실험 5에서는, R/W 장치의 안테나 사이즈는 중 사이즈로 하였다.

[0119] 도 9에, 겸증 실험 5의 계산 결과를 나타낸다. 또한, 도 9는, 모니터 전류  $I_m$ (R/W 장치의 안테나 코일에 흐르는 코일 전류)과 겸파 출력 Vov의 상관 특성이며, 횡축은 모니터 전류  $I_m$ 이며, 종축은 겸파 출력 Vov이다. 또한, 도 9 중의 X 표시의 점으로 나타내는 특성, 흰색 사각 표시의 점으로 나타내는 특성 및 동그라미 표시의 점으로 나타내는 특성은, 비접촉 IC 카드의 안테나 사이즈를 각각 대, 중 및 소 사이즈로 했을 때의 상관 특성이다.

[0120] 도 9와, 도 7 및 도 8의 비교로부터 명백해진 바와 같이, 시뮬레이션 해석에 있어서도, 상기 겸증 실험 4의 실측 결과와 마찬가지로, 모니터 전류  $I_m$ 과 겸파 출력 Vov 사이에, 포물선형의 상관 특성이 얻어지는 것을 알 수 있다. 또한, 도 7 내지 도 9로부터 명백해진 바와 같이, 모니터 신호(모니터 전압  $V_m$  또는 모니터 전류  $I_m$ )의 최대값의 약 1/2인 모니터 신호의 값(도 8에서는  $V_{m3}$ )에서, 겸파 출력 Vov가 최대가 된다. 즉, R/W 장치의 안테나 사이즈가 정해지면, 비접촉 IC 카드의 안테나 사이즈에 관계없이, 모니터 신호의 값이 그 최대값의 약 1/2

값(최적값)이 되도록 R/W 장치의 공진 특성을 제어하면, 최적의 통신 상태가 얻어지는 것을 알 수 있다.

[0121] 또한, 검증 실험 5에서는, R/W 장치의 송신 안테나(공진 회로)의 Q값을 바꾸었을 때의 모니터 전류  $I_m$ 과 검파 출력  $V_{ov}$ 의 상관 특성을 시뮬레이션 해석으로 구하였다. 또한, 여기에서는, Q값을 5, 10, 15, 20, 25 및 30으로 변화시켰다. 그리고, 각 Q값에 있어서, 자기 결합 계수  $K$ 를 0.01 내지 0.99의 범위에서 변화시켜서, 모니터 전류  $I_m$ 과 검파 출력  $V_{ov}$ 의 상관 특성을 구하였다.

[0122] 도 10에, 송신 안테나(공진 회로)의 Q값을 바꾸었을 때의 모니터 전류  $I_m$ 과 검파 출력  $V_{ov}$ 의 상관 특성의 시뮬레이션 결과를 나타낸다. 또한, 도 10에 도시한 상관 특성의 횡축은 모니터 전류  $I_m$ 이며, 종축은 검파 출력  $V_{ov}$ 이다.

[0123] 도 10으로부터 명백해진 바와 같이, 송신 안테나의 Q값을 크게 하면, 모니터 전류  $I_m$ (코일 전류)의 최대값 및 최적값(검파 출력  $V_{ov}$ 가 최대가 되는 값)을 크게 할 수 있다. 그로 인해, 송신 안테나의 Q값을 크게 하면, 비접촉 IC 카드의 수신 안테나(공진 회로)에서 유기되는 수신 전압  $V_{out}$ 도 커지므로, 검파 출력  $V_{ov}$ 도 크게 할 수 있다. 또한, 도 10으로부터, 각 Q값에 있어서의 모니터 전류  $I_m$ 과 검파 출력  $V_{ov}$ 의 상관 특성은 모두 대략 포물선형의 특성이 되고, 모니터 전류  $I_m$ 의 최적값(검파 출력  $V_{ov}$ 가 최대가 되는 값)이 모니터 전류  $I_m$ 의 최대값의 약 1/2 값이 되는 것을 알 수 있다.

[0124] 이상의 각종 검증 실험의 결과로부터, R/W 장치의 송신 안테나에 흐르는 전류(모니터 전류  $I_m$ ) 또는 그에 대응하는 모니터 전압  $V_m$ , 즉, 송신 안테나에 흐르는 전류에 관한 정보를 모니터함으로써, 통신 상태를 판별할 수 있는 것을 알 수 있다. 또한, 상기 각종 검증 실험의 결과로부터, 검파 출력  $V_{ov}$ 를 최대로 하기 위한 모니터 신호(모니터 전류  $I_m$  또는 모니터 전압  $V_m$ )의 최적값은, 모니터 신호의 최대값의 1/2 값이 되는 것이 추정된다.

[0125] 또한, 전술한, R/W 장치의 송신 안테나에 흐르는 전류에 관한 정보(모니터 신호)에 기초하여, 통신 상태를 판별하는 방법에서는, 다음과 같은 이점도 얻어진다.

[0126] R/W 장치에 있어서, 예를 들어 임피던스 어긋남에 의해 코일 전류가 작아진 경우에는, 신호원의 전압을 크게하거나, 신호원의 출력 임피던스를 작게하거나 하여 코일 전류를 크게 하는 등의 대책이 가능하다. 그러나, 임피던스를 실시간으로 모니터하는 처리 동작은, 회로적으로 매우 부하가 커서, 간편한 회로로 신호의 송수신을 행하는 비접촉 통신 시스템에는 적합하지 않다. 또한, 임피던스 어긋남뿐만 아니라, 공진 주파수 어긋남을 모니터하는 처리 동작도 마찬가지로 부하가 매우 크다.

[0127] 그에 반하여 본 발명에서는, 전술한 바와 같이, R/W 장치의 안테나 코일에 흐르는 코일 전류와 비접촉 IC 카드의 검파 출력 사이의 상관 특성을 이용하여, 통신 상태를 판별한다. 이때, R/W 장치의 구성이 정해지면, 비접촉 IC 카드의 구성(안테나 사이즈, 안테나의 인덕턴스, 안테나의 Q값)에 관계없이, 코일 전류를 모니터하는 것만으로 통신 상태를 추정할 수 있다. 그로 인해, 본 발명에 있어서의 통신 상태의 모니터 방법에서는, 전술한 임피던스나 공진 주파수 어긋남을 모니터하는 방법에 비하여, 보다 간이하게 통신 상태의 불량 여부를 판별할 수 있다.

[0128] [통신 특성의 보정 방법의 개요]

[0129] 전술한 바와 같이, R/W 장치의 송신 안테나에 흐르는 전류에 관한 정보(모니터 신호)를 모니터함으로써, 통신 상태를 판별할 수 있다. 구체적으로는, 도 8에서 설명한 바와 같이, 모니터 전압  $V_m$ 의 값에 의해, 현재의 통신 상태가, 영역 A, B, C 및 D 중 어느 영역의 상태인지 판별할 수 있다. 여기에서는, 도 8 중의 영역 B(양호한 통신 특성이 얻어지는 영역) 이외의 영역의 통신 상태에 있어서의 통신 특성의 보정 방법(대책)의 개요를 설명한다.

[0130] (1) 영역 A에서의 대책

[0131] 영역 A(특히 모니터 전압  $V_m$ 이 그 최대값  $V_{m1}$  부근의 영역)는 R/W 장치의 통신 가능권 내에 비접촉 IC 카드가 존재하지 않거나(자기적 결합이 없거나), 또는 비접촉 IC 카드가 존재하여도 자기적 결합이 매우 작은 통신 상태의 영역이다. 그로 인해, 후자의 통신 상태에 대한 대책으로서는, R/W 장치의 송신 출력을 크게 하는 방법을 들 수 있다.

[0132] 또한, R/W 장치의 송신 출력을 크게 하는 방법으로서는, 예를 들어 송신 신호의 신호 레벨을 올려서 코일 전류를 증가시키거나, 또는, 신호 출력부의 출력 임피던스를 작게 하여 코일 전류를 증가시키는 등의 방법을 이용할 수 있다.

[0133] (2) 영역 C에서의 대책

[0134] 영역 C는, 비접촉 IC 카드와 R/W 장치 간의 거리 d가 그 최적값보다 작은 상태의 영역이다. 이 영역 C의 통신 상태에서는, 전술한 바와 같이, 상호 인덕턴스 M의 영향에 의해, 공진 특성이 변화하고, 송신 출력이 저하된다.

[0135] 그로 인해, 통신 상태가 영역 C의 상태인 경우에는, 다음 2가지 대책에 의해, 통신 상태를 양호한 상태(영역 B의 상태)로 보정(조정)할 수 있다.

[0136] (a) 공진 특성을 변화시켜서, 공진 주파수의 어긋남을 보정한다(공진 주파수를 상승시킴).

[0137] (b) 송신 안테나에 흐르는 코일 전류를 증대시켜서, 송신 출력을 증가시킨다.

[0138] (3) 영역 D에서의 대책

[0139] 영역 D는, 자기적 결합의 영향이 매우 크면서, 겹파 출력 Vov가 낮은 영역이며, 통신 불량인 영역이다. 이 경우의 대처 방법으로서는, 예를 들어 영역 C에서의 상기 대책 (a)(공진 특성을 보정하는 방법)을 적용할 수 있다. 그러나, R/W 장치의 구성에 따라서는, 상기 대책 (a)에 의해, 영역 D의 통신 불량의 상태를 영역 B의 통신 양호의 상태까지 보정하는 것이 곤란한 경우도 있으므로, 그 경우에는, R/W 장치에서, 통신 불량인 취지의 여러 표시를 행하도록 하여도 된다.

[0140] <2. 송신 장치의 각종 실시 형태>

[0141] 다음으로, 전술한 본 발명의 통신 상태의 모니터 방법에 의해 통신 상태를 모니터하면서, 통신 특성을 보정하는 것이 가능한 R/W 장치(송신 장치)의 각종 실시 형태를, 도면을 참조하면서 설명한다.

[0142] [제1 실시 형태]

[0143] 제1 실시 형태에서는, 통신 상태가 도 8 중의 영역 B 및 영역 C 중 어느 것인지를 판별하고, 그 판별 결과(모니터 결과)에 기초하여, 송신 안테나의 공진 특성(통신 특성)을 변화시켜서, 공진 주파수 어긋남을 보정하는 R/W 장치의 구성예를 설명한다. 즉, 본 실시 형태에서는, R/W 장치와 비접촉 IC 카드 간의 거리 d가 작고, 상호 인덕턴스 M의 영향이 큰 경우에, 공진 주파수 어긋남을 개선하는 R/W 장치의 구성예를 설명한다. 또한, 본 실시 형태에서는, R/W 장치의 송신 안테나의 공진 특성을, 공진 회로를 구성하는 병렬 콘덴서의 용량값(캐패시턴스)을 변화시킴으로써 공진 주파수 어긋남을 보정한다.

[0144] 또한, 본 실시 형태에서는, 통신 상태가 도 8 중의 영역 B 및 영역 C 중 어느 영역의 상태인지(통신 상태의 양호/불량)를 판별하므로, 모니터 신호(모니터 전압 Vm)의 최대값의 1/2 값(최적값)을 판별 임계값으로서 사용한다. 또한, 모니터 신호의 최대값(최적값)은 송신 안테나를 구성하는 각 회로 소자의 상수(캐패시턴스 및 인덕턴스)의 변동에 따라 변화하지만, 모니터 신호의 최대값은 R/W 장치마다 간단하게 정밀도 좋게 측정할 수 있다. 그로 인해, 본 실시 형태의 통신 상태의 모니터 방법에서는, 통신 상태의 양호/불량을, R/W 장치마다 간단하게 정밀도 좋게 판별할 수 있다.

[0145] (1) R/W 장치의 구성

[0146] 도 11에, 제1 실시 형태에 따른 R/W 장치의 회로 구성을 나타낸다. R/W 장치(1: 송신 장치)는, 신호 출력부(2)와, 송신 안테나(3: 송신부)와, 모니터 회로부(4: 통신 모니터부)와, 보정 회로부(5: 통신 보정부)와, 2개의 저항(6, 7)을 구비한다.

[0147] 신호 출력부(2)는 소정 주파수(13.56MHz)의 신호를 생성하여 출력하는 신호원(11) 및 임피던스가 50Ω인 출력 임피던스(12)로 구성된다. 신호원(11)의 한쪽 출력 단자(「+」측의 단자)는 출력 임피던스(12)의 한쪽 단자에 접속되고, 신호원(11)의 다른 쪽의 출력 단자(「-」측의 단자)는 접지된다. 또한, 출력 임피던스(12)의 다른 쪽 단자는, 송신 안테나(3) 내의 후술하는 직렬 콘덴서(15)의 한쪽 단자에 접속된다. 또한, 신호원(11)은 실 회로에서는 LSI로서 실장된다.

[0148] 송신 안테나(3)는 안테나 코일(13)과, 병렬 가변 콘덴서(14)와, 직렬 콘덴서(15)와, 2개의 DC 제거용 콘덴서(16, 17)로 구성된다. 또한, 본 실시 형태에서는, 송신 안테나(3)(안테나 코일(13))의 안테나 사이즈는 소 사이즈(도 2 참조)로 한다.

[0149] 본 실시 형태에서는, DC 제거용 콘덴서(16), 병렬 가변 콘덴서(14) 및 DC 제거용 콘덴서(17)가, 이 순서로 직렬 접속된다. 그리고, 상기 3개의 콘덴서의 직렬 회로의 한쪽(DC 제거용 콘덴서(16)측) 단자는, 직렬 콘덴서(15)의 다른 쪽 단자 및 안테나 코일(13)의 한쪽 단자에 접속된다. 또한, 상기 3개의 콘덴서의 직렬 회로의 다른

쪽(DC 제거용 콘텐서(17)측) 단자는, 접지에 접속됨과 함께, 모니터 회로부(4) 내의 후술하는 모니터 저항(21)을 개재하여 안테나 코일(13)의 다른 쪽 단자에 접속된다.

[0150] 병렬 가변 콘텐서(14)는 바이어스 전압(제어 전압)을 가함으로써 용량이 저하되는 가변 용량 소자로 구성한다. 예를 들어, 강유전체를 사용한 박막 콘텐서나, 가변 용량이라 불리는 다이오드 등에 의해 병렬 가변 콘텐서(14)를 구성할 수 있다. 또한, 2개의 DC 제거용 콘텐서(16, 17)는, 병렬 가변 콘텐서(14)에 인가되는 제어 전압이 안테나 코일(13)에 인가되지 않도록 하기 위해 설치된 콘텐서이다. 그로 인해, 2개의 DC 제거용 콘텐서(16, 17)의 용량값 C3, C4는 모두, 병렬 가변 콘텐서(14)의 용량값 C1의 10배 이상으로 설정한다.

[0151] 또한, 본 실시 형태에서는, 안테나 코일(13)의 인덕턴스 L1, 3개의 콘텐서로 구성된 직렬 회로의 용량값 및 직렬 콘텐서(15)의 용량값 C2는, 신호 출력부(2)와 송신 안테나(3) 간에, 임피던스 매칭이 취해지도록 설정한다. 구체적으로는, 비접촉 IC 카드와의 자기적 결합이 없는 상태에서, 신호 출력부(2)와 송신 안테나(3) 간에, 13.56MHz의 신호에 대하여 50Ω으로 매칭이 취해지도록, 송신 안테나(3) 내의 각 회로 소자의 상수(L1 및 C1 내지 C4)를 설정한다.

[0152] 모니터 회로부(4)는 안테나 코일(13)에 흐르는 코일 전류를 모니터하는 회로이다. 모니터 회로부(4)는 모니터 저항(21)과, 비교기(22)와, 참조 전원(23)을 갖는다.

[0153] 모니터 저항(21)은 안테나 코일(13)과 접지 사이에 설치된다. 본 실시 형태에서는, 모니터 저항(21)에 의해, 안테나 코일(13)에 흐르는 코일 전류를 전압( $V_m$ : 안테나 코일에 흐르는 전류에 관한 정보)으로 변환하고, 상기 변환된 모니터 전압  $V_m$ 에 기초하여, 통신 상태를 판별한다. 또한, 본 실시 형태에서는, 모니터 저항(21)의 저항값은 1Ω으로 한다.

[0154] 비교기(22)의 「+」측의 입력 단자는, 참조 전원(23)의 출력 단자에 접속되고, 「-」측의 입력 단자는, 안테나 코일(13)과 모니터 저항(21) 간의 접속점에 접속된다. 또한, 비교기(22)의 출력 단자는, 보정 회로부(5) 내의 후술하는 전환 스위치(25)에 접속된다. 비교기(22)는 모니터 전압  $V_m$ 과, 참조 전원(23)으로부터 출력되는 참조 전압  $V_{ref}$ 를 비교하여, 비교 결과를 보정 회로부(5) 내의 전환 스위치(25)로 출력한다.

[0155] 또한, 본 실시 형태에서는, 전술한 바와 같이, 안테나 코일(13)의 사이즈를 소 사이즈로 하고, 통신 상태가 도 8 중의 영역 B 및 영역 C 중 어느 영역의 상태에 있는지를 판별하므로, 참조 전압  $V_{ref}$ (모니터 전압  $V_m$ 의 최적값)는 160mV로 한다(도 8 참조).

[0156] 보정 회로부(5)는 에러 증폭기(24)와, 전환 스위치(25)를 갖는다.

[0157] 에러 증폭기(24)의 「+」측의 입력 단자는, 참조 전원(23)의 출력 단자에 접속되고, 「-」측의 입력 단자는, 안테나 코일(13)과 모니터 저항(21) 간의 접속점에 접속된다. 그리고, 에러 증폭기(24)의 출력 단자는, 전환 스위치(25)의 입력 단자에 접속된다. 에러 증폭기(24)는 모니터 전압  $V_m$ 과 참조 전압  $V_{ref}$ (160mV)와의 차분을 증폭하고, 상기 증폭한 신호(제어 전압  $V_e$ )를 전환 스위치(25)로 출력한다.

[0158] 전환 스위치(25)의 「+」측의 제어 단자는 비교기(22)의 출력 단자에 접속되고, 「-」측의 제어 단자는 접지된다. 또한, 전환 스위치(25)의 출력 단자는, 저항(6)을 개재하여, 병렬 가변 콘텐서(14)의 DC 제거용 콘텐서(16)측의 단자에 접속된다.

[0159] 전환 스위치(25)는 비교기(22)의 출력 신호에 의해 ON/OFF 제어된다. 구체적으로는, 모니터 전압  $V_m$ 이 참조 전압  $V_{ref}$ (160mV)보다 큰 경우(통신 상태가 영역 B의 통신 상태인 경우)에는, 전환 스위치(25)는 비교기(22)의 출력 신호에 의해 OFF 상태가 되도록 제어된다. 한편, 모니터 전압  $V_m$ 이 참조 전압  $V_{ref}$ (160mV) 이하인 경우(통신 상태가 영역 C의 통신 상태인 경우)에는, 전환 스위치(25)는 비교기(22)의 출력 신호에 의해 ON 상태가 되도록 제어된다.

[0160] 즉, 본 실시 형태에서는, 통신 상태가 도 8 중의 영역 C의 통신 상태인 경우(상호 인덕턴스 M의 영향이 큰 경우), 에러 증폭기(24)의 출력 전압( $V_e$ )을 병렬 가변 콘텐서(14)에 피드백하여 인가하고, 송신 안테나(3)의 공진 특성을 보정한다. 한편, 통신 상태가 도 8 중의 영역 B의 통신 상태인 경우(상호 인덕턴스 M의 영향이 작은 경우)에는, 본 실시 형태에서는, 에러 증폭기(24)의 출력 전압( $V_e$ )을 병렬 가변 콘텐서(14)에 피드백하지 않고, 송신 안테나(3)의 공진 특성을 보정하지 않는다.

[0161] 저항(6)은, 보정 회로부(5) 내의 전환 스위치(25)의 출력 단자와 송신 안테나(3) 내의 병렬 가변 콘텐서(14)의 DC 제거용 콘텐서(16)측의 단자 사이에 설치된다. 또한, 저항(7)은, 송신 안테나(3) 내의 병렬 가변 콘텐서(14)의 DC 제거용 콘텐서(17) 측의 단자와 접지 사이에 설치된다. 저항(6 및 7)은 바이어스 전류를 제한함과

함께, 보정 회로부(5)와 송신 안테나(3: 공진 회로) 간의 신호 간섭을 억제(양자를 분리)하기 위해 설치된 저항이다. 그로 인해, 저항(6 및 7)은 예를 들어 100k $\Omega$  등의 고저항값의 저항 소자로 구성된다.

[0162] 또한, 전술한 모니터 회로부(4) 및 보정 회로부(5)는 실 회로에서는 하나의 LSI(집적 회로)로서 실장된다. 또한, 신호원(11)은 전술한 바와 같이, 실 회로에서는 LSI로서 실장되므로, 본 실시 형태의 R/W 장치(1)에서는, 신호 출력부(2), 모니터 회로부(4) 및 보정 회로부(5)를 하나의 LSI에 실장하여도 된다.

[0163] (2) R/W 장치의 동작

[0164] 다음으로, 본 실시 형태의 R/W 장치(1)에 있어서의 통신 상태의 모니터 동작 및 통신 특성의 보정 동작을, 도 12를 참조하면서 설명한다. 또한, 도 12는, R/W 장치(1)에 있어서의 통신 상태의 모니터 동작 및 통신 특성의 보정 동작의 수순을 나타내는 흐름도이다.

[0165] 우선, R/W 장치(1)를 기동한 후, 모니터 회로부(4)는 송신 안테나(3)에 흐르는 코일 전류를 모니터한다(스텝 S1). 구체적으로는, 모니터 회로부(4)는 코일 전류에 대응하는 모니터 전압 V<sub>m</sub>(모니터 저항(21)의 단자 간의 전압)을 검출한다.

[0166] 계속해서, 모니터 회로부(4)는 현재의 통신 상태를 판별한다(스텝 S2). 구체적으로는, 모니터 회로부(4)는 비교기(22)에 의해, 스텝 S1에서 검출한 모니터 전압 V<sub>m</sub>과, 참조 전압 V<sub>ref</sub>(160mV)를 비교하여, 그 비교 결과에 기초하여 예를 들어, 통신 상태가 도 8 중의 영역 B 및 영역 C 중 어느 영역의 상태에 있는지를 판별한다.

[0167] 계속해서, 모니터 회로부(4)는 스텝 S3에 있어서의 모니터 전압 V<sub>m</sub>과 참조 전압 V<sub>ref</sub>(160mV)의 비교 결과에 기초하여, 통신 특성을 보정할 필요가 있는지 여부를 판정한다(스텝 S3).

[0168] 또한, 도 8에서 설명한 바와 같이, 모니터 전압 V<sub>m</sub>이 참조 전압 V<sub>ref</sub>(160mV)보다 큰 경우(영역 B)에는, R/W 장치와 비접촉 IC 카드 간의 거리 d가 어느 정도 크고, 상호 인덕턴스 M의 영향이 작아지므로, 양호한 통신 상태가 얻어진다. 한편, 모니터 전압 V<sub>m</sub>이 참조 전압 V<sub>ref</sub>(160mV) 이하인 경우(영역 C)에는, R/W 장치와 비접촉 IC 카드 간의 거리 d가 작고, 상호 인덕턴스 M의 영향이 커지므로, 통신 상태가 열화된 상태로 된다.

[0169] 그로 인해, 모니터 전압 V<sub>m</sub>이 참조 전압 V<sub>ref</sub>(160mV)보다 큰 경우에는, 통신 상태가 양호한 상태이며, 통신 특성의 보정은 불필요하므로, 스텝 S3의 판정은, "아니오" 판정으로 된다. 이 경우에는, 스텝 S1의 동작으로 되돌아가서, 스텝 S1 및 S2의 상기 동작을 반복한다. 구체적으로는, R/W 장치(1)는 보정 회로부(5) 내의 전환 스위치(25)를 비교기(22)의 출력 신호에 의해 OFF 상태로 하고, 제어 전압 V<sub>e</sub>를 별렬 가변 콘덴서(14)에 인가하지 않고, 송신 안테나(3)의 공진 특성을 보정하지 않는다.

[0170] 한편, 모니터 전압 V<sub>m</sub>이 참조 전압 V<sub>ref</sub>(160mV) 이하인 경우에는, 통신 상태가 열화된 상태이며, 통신 특성의 보정이 필요하므로, 스텝 S3은 "예" 판정으로 된다. 그로 인해, 이 경우에는, R/W 장치(1)는 통신 특성을 보정한다(스텝 S4). 구체적으로는, R/W 장치(1)는 보정 회로부(5) 내의 전환 스위치(25)를 비교기(22)의 출력 신호에 의해 ON 상태로 하고, 제어 전압 V<sub>e</sub>를 별렬 가변 콘덴서(14)에 인가하여, 송신 안테나(3)의 공진 특성을 보정한다. 또한, 이때, 본 실시 형태에서는, 비접촉 IC 카드의 안테나 코일의 영향에 의해 R/W 장치(1)의 공진 주파수가 저하되었다고 판단되므로, 별렬 가변 콘덴서(14)의 용량값 C1을 저하시켜서 공진 주파수를 올리도록 제어한다.

[0171] 그리고, 송신 안테나(3)의 공진 특성을 보정한 후, R/W 장치(1)는 스텝 S1의 동작으로 되돌아가서, 전술한 스텝 S1 내지 S4의 동작을 반복한다. 본 실시 형태에서는, 이와 같이 하여, R/W 장치(1)의 통신 상태를 모니터 및 판별하고, 그 결과에 기초하여, 통신 특성을 적절히 보정한다.

[0172] 또한, 본 실시 형태에서는, 참조 전압 V<sub>ref</sub> 이하의 모니터 전압 V<sub>m</sub>의 범위를 보정(제어) 범위로 하였지만, 이것은 SN비가 낮은 통신 상태도 포함하여, 모든 통신 상태에서 자동 제어를 실시한 경우, 통신 상태가 최적의 상태로 수렴되지 않을 가능성이 있기 때문이다. 단, 이 모든 통신 상태에서 자동 제어를 실시하는 경우의 과제는, 비교기(22)에 히스테리시스를 설치하고, 참조 전압 V<sub>ref</sub>(160mV) 근방에서 전환 스위치(25)가 ON/OFF 동작을 반복하지 않도록 함으로써 해소할 수 있다.

[0173] [제2 실시 형태]

[0174] 상기 제1 실시 형태에서는, 별렬 가변 콘덴서(14)의 용량값 C1을 변화시켜 송신 안테나(3)의 공진 특성을 보정하는 예를 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 송신 안테나 내의 별렬 콘덴서를 2개 준비하고, 통신 상태에 따라서, 사용하는 별렬 콘덴서를 전환하는 구성으로 하여도 된다. 제2 실시 형태에서는, 그 일 구

성예를 설명한다. 또한, 본 실시 형태에서는, 상기 제1 실시 형태와 마찬가지로, 통신 상태가 도 8 중의 영역 B 및 영역 C 중 어느 영역의 상태인지를 판별하고, 그 판별 결과에 기초하여, 송신 안테나(공진 회로)의 공진 특성을 변화시켜서, 공진 주파수 어긋남을 보정하는 구성예를 설명한다.

[0175] (1) R/W 장치의 구성

도 13에, 제2 실시 형태에 따른 R/W 장치의 회로 구성은 나타낸다. 또한, 도 13에 도시한 본 실시 형태의 R/W 장치(30)에 있어서, 도 11에 도시한 제1 실시 형태의 R/W 장치(1)와 마찬가지의 구성에는 동일한 부호를 부여하여 나타낸다.

R/W 장치(30: 송신 장치)는 신호 출력부(2)와, 송신 안테나(31: 송신부)와, 모니터 회로부(4: 통신 모니터부)와, 전환 스위치(32: 통신 보정부)를 구비한다. 또한, 모니터 회로부(4) 및 전환 스위치(32)는 실 회로에서는 하나의 LSI(집적 회로)에 설치된다. 또한, 본 실시 형태의 신호 출력부(2) 및 모니터 회로부(4)는 상기 제1 실시 형태의 대응하는 각 부와 마찬가지의 구성이므로, 여기에서는, 이를 구성의 설명은 생략한다.

송신 안테나(31)는 안테나 코일(13)과, 제1 병렬 콘덴서(33)와, 제2 병렬 콘덴서(34)와, 직렬 콘덴서(15)로 구성된다. 또한, 본 실시 형태의 안테나 코일(13) 및 직렬 콘덴서(15)는 상기 제1 실시 형태의 대응하는 각 회로 소자와 마찬가지의 구성이다.

본 실시 형태에서는, 제1 병렬 콘덴서(33)의 한쪽 단자는, 안테나 코일(13)의 한쪽 단자 및 직렬 콘덴서(15)의 출력 임피던스(12)측과는 반대측의 단자에 접속되고, 제1 병렬 콘덴서(33)의 다른 쪽 단자는 접지된다. 또한, 제2 병렬 콘덴서(34)의 한쪽 단자는, 전환 스위치(32)를 개재하여, 안테나 코일(13)의 한쪽 단자에 접속되고, 제2 병렬 콘덴서(34)의 다른 쪽 단자는 접지된다. 또한, 안테나 코일(13)의 다른 쪽 단자는, 모니터 회로부(4)내의 모니터 저항(21)을 개재하여 접지된다. 즉, 본 실시 형태에서는, 제1 병렬 콘덴서(33)와, 제2 병렬 콘덴서(34) 및 전환 스위치(32)를 포함하는 직렬 회로와, 안테나 코일(13) 및 모니터 저항(21)을 포함하는 직렬 회로가, 서로 병렬 접속된다.

전환 스위치(32)의 「+」측의 제어 단자는 비교기(22)의 출력 단자에 접속되고, 「-」측의 제어 단자는 접지된다. 또한, 전환 스위치(32)의 한쪽 단자는, 안테나 코일(13)의 한쪽 단자 및 제1 병렬 콘덴서(33)의 한쪽 단자에 접속되고, 전환 스위치(32)의 다른 쪽 단자는, 제2 병렬 콘덴서(34)의 한쪽 단자에 접속된다.

전환 스위치(32)는 비교기(22)의 출력 신호에 의해 ON/OFF 제어된다. 구체적으로는, 모니터 전압  $V_m$ 이 참조 전압  $V_{ref}$ (160mV)보다 큰 경우(통신 상태가 영역 B의 통신 상태인 경우)에는, 전환 스위치(32)는 비교기(22)의 출력 신호에 의해 ON 상태가 되도록 제어된다. 한편, 모니터 전압  $V_m$ 이 참조 전압  $V_{ref}$ (160mV) 이하인 경우(통신 상태가 영역 C의 통신 상태인 경우)에는, 전환 스위치(32)는 비교기(22)의 출력 신호에 의해 OFF 상태가 되도록 제어된다.

즉, 본 실시 형태에서는, 통신 상태가 도 8 중의 영역 C의 통신 상태인 경우(상호 인터럽션 M의 영향이 큰 경우)에는, 송신 안테나(31)로부터 제2 병렬 콘덴서(34)를 분리하여 송신 안테나(31)의 공진 특성(통신 특성)을 보정한다. 한편, 통신 상태가 도 8 중의 영역 B의 통신 상태인 경우(상호 인터럽션 M의 영향이 작은 경우)에는, 제2 병렬 콘덴서(34)를 송신 안테나(31)에 접속한 상태를 유지하고, 송신 안테나(31)의 공진 특성을 보정하지 않는다.

그로 인해, 본 실시 형태에서는, 통신 상태가 양호한 상태인 경우에, 신호 출력부(2)와 송신 안테나(31) 간에 임피던스 매칭이 취해지도록, 송신 안테나(3) 내의 각 회로 소자의 상수(L1, C2, C5 및 C6)를 적절히 설정한다. 또한, 본 실시 형태에서는, 통신 상태의 보정 시(제2 병렬 콘덴서(34)를 분리하였을 때)에, 통신 상태가 도 8 중의 영역 C의 통신 상태로부터 도 8 중의 영역 B의 통신 상태로 보정되도록, 각 병렬 콘덴서의 용량값(C5 및 C6)을 설정한다.

[0184] (2) R/W 장치의 동작

다음으로, 본 실시 형태의 R/W 장치(30)에 있어서의 통신 상태의 모니터 동작 및 통신 특성의 보정 동작을 설명한다. 본 실시 형태에 있어서의 통신 상태의 모니터 동작 및 통신 특성의 보정 동작은, 상기 제1 실시 형태(도 12)와 마찬가지의 수순으로 실시된다. 구체적으로는, 송신 안테나(3)에 흐르는 코일 전류(모니터 전압  $V_m$ )의 모니터 동작(스텝 S1), 통신 상태의 판별 동작(스텝 S2), 통신 특성의 보정 필요 여부의 판정 동작(스텝 S3), 및 통신 특성의 보정 동작(스텝 S4)을 이 순서로 반복한다.

단, 본 실시 형태의 R/W 장치(30)에서는, 스텝 S3에서 통신 특성의 보정이 필요하다고 판정된 경우, 스텝 S4에

서, 전환 스위치(32)에 의해, 제2 병렬 콘텐서(34)를 송신 안테나(31)로부터 분리하여, 송신 안테나(31)의 공진 특성을 보정한다.

[0187] 전술한 바와 같이, 본 실시 형태에 있어서도, 상기 제1 실시 형태와 마찬가지로, R/W 장치(30)에서, 통신 상태를 판별하고, 그 판별 결과에 기초하여, 통신 상태를 양호한 상태로 보정할 수 있다. 또한, 본 실시 형태의 R/W 장치(30)에서는, 상기 제1 실시 형태와 같이, 송신 안테나의 공진 특성을 연속적으로 보정할 수는 없지만, 회로 구성은, 상기 제1 실시 형태에 비하여 보다 간이해진다. 또한, 본 실시 형태에서는, 2개의 병렬 콘텐서를 전환하는 구성이므로, 상기 제1 실시 형태에서 설명한 통신 상태가 최적의 상태로 수렴하지 않는다고 하는 문제도 발생하지 않는다.

[0188] 단, 본 실시 형태의 구성에서는, 전환 스위치(32)로서, 고주파 특성이 우수하고, 내전압성이 높은, 고가의 스위치가 필요해진다. 그로 인해, 비용의 관점에서는, 본 실시 형태보다, 상기 제1 실시 형태의 구성 쪽이 유리하다.

### [제3 실시 형태]

[0189] 상기 제2 실시 형태에서는, 2개의 병렬 콘텐서를 전환하여 송신 안테나의 공진 특성을 보정하는 예를 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 송신 안테나 내의 안테나 코일을 2개 준비하고, 통신 상태에 따라서, 사용하는 안테나 코일을 전환하는 구성으로 하여도 된다. 제3 실시 형태에서는, 그 일 구성예를 설명한다. 또한, 본 실시 형태에서는, 상기 제1 실시 형태와 마찬가지로, 통신 상태가 도 8 중의 영역 B 및 영역 C 중 어느 영역의 상태인지를 판별하고, 그 판별 결과에 기초하여, 송신 안테나의 공진 특성(통신 특성)을 변화시켜서, 공진 주파수 어긋남을 보정하는 구성예를 설명한다.

#### (1) R/W 장치의 구성

[0190] 도 14에, 제3 실시 형태에 따른 R/W 장치의 회로 구성을 나타낸다. 또한, 도 14에 도시한 본 실시 형태의 R/W 장치(40)에 있어서, 도 11에 도시한 제1 실시 형태의 R/W 장치(1)와 마찬가지의 구성에는 동일한 부호를 부여하여 나타낸다.

[0191] R/W 장치(40: 송신 장치)는 신호 출력부(2)와, 송신 안테나(41: 송신부)와, 모니터 회로부(42: 통신 모니터부)와, 전환 스위치(43: 통신 보정부)를 구비한다. 또한, 모니터 회로부(42) 및 전환 스위치(43)는 실 회로에서는 하나의 LSI(집적 회로)에 실장된다. 또한, 본 실시 형태의 신호 출력부(2)는 상기 제1 실시 형태와 마찬가지의 구성이므로, 여기에서는, 신호 출력부(2)의 구성의 설명은 생략한다.

[0192] 송신 안테나(41)는 제1 안테나 코일(44)과, 제2 안테나 코일(45)과, 병렬 콘텐서(46)와, 직렬 콘텐서(15)로 구성된다. 또한, 본 실시 형태에 있어서의 직렬 콘텐서(15)는 상기 제1 실시 형태와 마찬가지의 구성이다. 또한, 본 실시 형태에서는, 각 안테나 코일의 사이즈는 소 사이즈로 한다.

[0193] 본 실시 형태에서는, 제1 안테나 코일(44)의 한쪽 단자는, 병렬 콘텐서(46)의 한쪽 단자 및 직렬 콘텐서(15)의 출력 임피던스(12)측과는 반대측의 단자에 접속된다. 또한, 제1 안테나 코일(44)의 다른 쪽 단자는, 모니터 회로부(42) 내의 모니터 저항(21)을 개재하여 접지된다.

[0194] 제2 안테나 코일(45)의 한쪽 단자는, 전환 스위치(43)를 개재하여, 제1 안테나 코일(44)의 한쪽 단자에 접속되고, 제2 안테나 코일(45)의 다른 쪽 단자는, 제1 안테나 코일(44)의 다른 쪽 단자에 접속된다. 또한, 병렬 콘텐서(46)의 다른 쪽 단자는 접지된다. 즉, 본 실시 형태에서는, 제1 안테나 코일(44)은 제2 안테나 코일(45) 및 전환 스위치(43)를 포함하는 직렬 회로와 병렬 접속된다. 또한, 제1 안테나 코일(44) 및 제2 안테나 코일(45)을 포함하는 회로군과, 모니터 저항(21)을 포함하는 직렬 회로는, 병렬 콘텐서(46)에 병렬 접속된다.

[0195] 모니터 회로부(42)는 안테나 코일에 흐르는 코일 전류를 모니터하는 회로이다. 모니터 회로부(42)는 모니터 저항(21)과, 비교기(22)와, 참조 전원(23)을 갖는다. 본 실시 형태에 있어서도, 모니터 저항(21)에 의해, 안테나 코일에 흐르는 코일 전류를 전압(모니터 전압 Vm)으로 변환하고, 상기 변환된 모니터 전압 Vm에 기초하여, 통신 상태를 판별한다.

[0196] 또한, 모니터 회로부(42)의 각 구성 소자는, 상기 제1 실시 형태의 대응하는 각 소자와 마찬가지의 구성이다. 단, 본 실시 형태에서는, 제1 안테나 코일(44)과 모니터 저항(21) 간의 접속점을, 비교기(22)의 「+」측의 입력 단자에 접속하고, 참조 전원(23)의 출력 단자를 비교기(22)의 「-」측의 입력 단자에 접속한다. 본 실시 형태의 모니터 회로부(42)에 있어서, 비교기(22)의 2개의 입력 단자의 접속 형태 이외의 구성은, 상기 제1 실시 형태의 모니터 회로부(4)와 마찬가지의 구성이다. 또한, 본 실시 형태에 있어서도, 안테나 코일의 사이즈는 소

사이즈로 하고, 통신 상태가 도 8 중의 영역 B 및 영역 C 중 어느 영역의 상태에 있는지를 판별하므로, 참조 전압 Vref는, 160mV로 한다(도 8 참조).

[0199] 전환 스위치(43)의 「+」측의 제어 단자는, 비교기(22)의 출력 단자에 접속되고, 「-」측의 제어 단자는 접지된다. 또한, 전환 스위치(43)의 한쪽 단자는, 제1 안테나 코일(44)의 한쪽 단자 및 병렬 콘덴서(46)의 한쪽 단자에 접속되고, 전환 스위치(43)의 다른 쪽 단자는, 제2 안테나 코일(45)의 한쪽 단자에 접속된다.

[0200] 전환 스위치(43)는 비교기(22)의 출력 신호에 의해 ON/OFF 제어된다. 구체적으로는, 모니터 전압 Vm이 참조 전압 Vref(160mV)보다 큰 경우(통신 상태가 영역 B의 통신 상태인 경우)에는, 전환 스위치(43)는 비교기(22)의 출력 신호에 의해 OFF 상태가 되도록 제어된다. 한편, 모니터 전압 Vm이 참조 전압 Vref(160mV) 이하인 경우(통신 상태가 영역 C의 통신 상태인 경우)에는, 전환 스위치(43)는 비교기(22)의 출력 신호에 의해 ON 상태가 되도록 제어된다.

[0201] 즉, 본 실시 형태에서는, 통신 상태가 도 8 중의 영역 C의 통신 상태인 경우(상호 인덕턴스 M의 영향이 큰 경우)에는, 제2 안테나 코일(45)을 송신 안테나(41)에 접속하여 송신 안테나(41)의 공진 특성을 보정한다(공진 주파수를 올린다). 한편, 통신 상태가 도 8 중의 영역 B의 통신 상태인 경우(상호 인덕턴스 M의 영향이 작은 경우)에는, 송신 안테나(41)로부터 제2 안테나 코일(45)을 분리한 상태를 유지하고, 송신 안테나(41)의 공진 특성을 보정하지 않는다.

[0202] 그로 인해, 본 실시 형태에서는, 통신 상태가 양호한 상태인 경우에, 신호 출력부(2)와 송신 안테나(41) 간에 임피던스 매칭이 취해지도록, 2개의 콘덴서 및 제1 안테나 코일(44)의 각 상수(C2, C7 및 L3)를 적절히 설정한다. 또한, 본 실시 형태에서는, 통신 상태의 보정 시(제2 안테나 코일(45)을 접속했을 때)에, 통신 상태가 도 8 중의 영역 C의 통신 상태로부터 도 8 중의 영역 B의 통신 상태로 보정되도록, 각 안테나 코일의 인덕턴스(L3 및 L4)를 설정한다.

#### [0203] (2) R/W 장치의 동작

[0204] 다음으로, 본 실시 형태의 R/W 장치(40)에 있어서의 통신 상태의 모니터 동작 및 통신 특성의 보정 동작을 설명한다. 본 실시 형태에 있어서의 통신 상태의 모니터 동작 및 통신 특성의 보정 동작은, 상기 제1 실시 형태(도 12)와 마찬가지의 순으로 실시된다. 구체적으로는, 송신 안테나(41)에 흐르는 코일 전류(모니터 전압 Vm)의 모니터 동작(스텝 S1), 통신 상태의 판별 동작(스텝 S2), 통신 특성의 보정 필요 여부의 판정 동작(스텝 S3) 및 통신 특성의 보정 동작(스텝 S4)을 이 순서로 반복한다.

[0205] 단, 본 실시 형태의 R/W 장치(40)에서는, 스텝 S3에서 통신 특성의 보정이 필요하다고 판정된 경우, 스텝 S4에서, 전환 스위치(43)에 의해, 제2 안테나 코일(45)을 송신 안테나(41)에 접속하여, 송신 안테나(41)의 공진 특성(통신 특성)을 보정한다.

[0206] 전술한 바와 같이, 본 실시 형태에 있어서도, 상기 제1 실시 형태와 마찬가지로, R/W 장치(40)에서, 통신 상태를 판별하고, 그 판별 결과에 기초하여, 통신 상태를 양호한 상태로 보정할 수 있다.

[0207] 또한, R/W 장치(40)와 비접촉 IC 카드 간의 자기적 결합의 영향이 있는 경우, 안테나 코일의 인덕턴스가 변화되는 것이 문제가 된다. 그로 인해, 본 실시 형태와 같이 안테나 코일의 인덕턴스를 직접, 보정하는 방법에서는, 정밀도 좋게 공진 특성을 보정할 수 있어, 보다 안정된 통신을 확보할 수 있다. 또한, 본 실시 형태에서는, 2개의 안테나 코일을 전환하는 구성이므로, 회로 구성이 간이해짐과 함께, 상기 제1 실시 형태에서 설명한 통신 상태가 최적의 상태로 수렴되지 않는다고 하는 문제도 발생하지 않는다.

[0208] 단, 본 실시 형태에 있어서도, 상기 제2 실시 형태와 마찬가지로, 전환 스위치(43)로서, 고주파 특성이 우수하고, 내전압성이 높은, 고가의 스위치가 필요해진다. 그로 인해, 비용의 관점에서는, 본 실시 형태보다, 상기 제1 실시 형태의 구성 쪽이 유리하다. 또한, 본 실시 형태에서는, 안테나 코일을 2개 사용하므로, 보다 소형의 안테나 코일을 사용하여 송신 안테나(41)를 구성할 필요가 있다. 그로 인해, 본 실시 형태의 구성에서는, 상기 제1 실시 형태의 구성에 비하여, 안테나 코일의 사이즈나 배치에 제약이 발생할 가능성이 있다.

#### [0209] [제4 실시 형태]

[0210] 제4 실시 형태에서는, R/W 장치에 있어서, 전술한 통신 상태의 모니터 방법을 이용하여 통신 상태를 판별하고, 그 판별 결과에 기초하여, 송신 안테나를 구성하는 회로 소자의 경시 변화 등에 의해 발생하는 공진 주파수 어긋남을 보정하는 예를 설명한다.

- [0211] 본 개시 기술의 제안자 등은, 이전에 출원한 일본 특허 출원 제2009-230093에 있어서, 송신 안테나로부터 송출한 신호를 자신의 수신 안테나에 의해 수신하고, 송신 신호와 수신 신호 간의 위상차를 최적화함으로써 공진 주파수 어긋남을 보정하는 R/W 장치를 제안하였다.
- [0212] 이 기술에서는, 위상차의 조정 모드 기능을 R/W 장치에 설치하고, 출하 조정시 이외일 때에도(예를 들어 심야 등에), 정기적으로 조정 모드를 실행하여 공진 주파수 어긋남을 보정할 수 있다. 이러한 조정 모드를 실행함으로써, 공진 주파수의 경시 변화 등을 보정할 수 있어, 보다 안정된 통신 특성을 얻을 수 있다. 단, 이 기술에서는, 소정의 조건을 만족하였을 때에만 조정 모드에서 실행하므로, 처리가 번잡해질 가능성이 있다. 또한, 이 기술에서는, 조정 모드의 실행 중에, 통신 동작을 일시 차단할 필요가 있다.
- [0213] 그러나, 전술한 본 발명의 통신 상태의 모니터 방법을 이용한 경우에는, R/W 장치에 위상차의 조정 모드를 형성하지 않고, 또한, 공진 주파수의 보정 시에 통신을 차단하지 않아, 공진 주파수 어긋남(공진 주파수의 경시 변화)을 보정할 수 있다.
- [0214] 본 발명의 통신 상태의 모니터 방법에서는, 전술한 바와 같이, 모니터 전압  $V_m$ 이 최대값 부근의 값인지 여부를 판별함으로써, R/W 장치의 통신 가능권 내에, 비접촉 IC 카드가 존재하는지 여부를 판별할 수 있다. 따라서, 본 실시 형태에서는, 본 발명의 통신 상태의 모니터 방법을 이용하여, R/W 장치의 통신 가능권 내에, 비접촉 IC 카드가 존재하는지 여부를 판별하고, 비접촉 IC 카드가 존재하지 않는 경우에는 송신 신호의 위상차 조정을 행하여, 공진 주파수 어긋남을 보정한다.
- [0215] (1) R/W 장치의 구성
- [0216] 도 15에, 제4 실시 형태에 따른 R/W 장치의 회로 구성을 나타낸다. 또한, 도 15에 도시한 본 실시 형태의 R/W 장치(50)에 있어서, 도 11에 도시한 제1 실시 형태의 R/W 장치(1)와 마찬가지의 구성에는 동일한 부호를 부여하여 나타낸다.
- [0217] R/W 장치(50: 송신 장치)는 신호 출력부(2)와, 송신 안테나(3: 송신부)와, 모니터 회로부(51: 통신 모니터부)와, 보정 회로부(52: 통신 보정부)와, 2개의 저항(6, 7)을 구비한다. 또한, 모니터 회로부(51) 및 보정 회로부(52)는 실 회로에서는 하나의 LSI(집적 회로)에 실장된다. 또한, 본 실시 형태의 신호 출력부(2), 송신 안테나(3) 및 2개의 저항(6, 7)은, 상기 제1 실시 형태의 대응하는 각 부와 마찬가지의 구성이므로, 여기에서는, 이들 구성의 설명은 생략한다.
- [0218] 모니터 회로부(51)는 안테나 코일(13)에 흐르는 코일 전류를 모니터하는 회로이다. 모니터 회로부(51)는 모니터 저항(21)과, 비교기(22)와, 참조 전원(53)을 갖는다. 또한, 모니터 회로부(51)의 각 구성 소자의 접속 관계는, 상기 제1 실시 형태와 마찬가지이다. 또한, 본 실시 형태에 있어서도, 모니터 저항(21)에 의해, 안테나 코일(13)에 흐르는 코일 전류를 전압(모니터 전압  $V_m$ )으로 변환하고, 상기 변환된 모니터 전압  $V_m$ 에 기초하여, 통신 상태를 판별한다.
- [0219] 본 실시 형태에서는, 전술한 바와 같이, R/W 장치의 통신 가능권 내에 비접촉 IC 카드가 존재하는지 여부를 판별하므로, 참조 전압  $V_{ref}$ 는, 모니터 전압  $V_m$ 의 최대값 부근의 값으로 설정한다. 본 실시 형태에서는, 안테나 코일의 사이즈를 소 사이즈로 하므로, 모니터 전압  $V_m$ 의 최대값은, 약 300mV이다. 따라서, 본 실시 형태에서는, R/W 장치의 통신 가능권 내에 비접촉 IC 카드가 존재하는지 여부를 판별하기 위한 임계값 전압 ( $V_{ref}$ )을 모니터 전압  $V_m$ 의 최대값보다 약간 작은 값, 구체적으로는, 최대값보다 3% 작은 290mV로 설정한다. 즉, 참조 전원(53)의 출력 전압을 290mV로 설정한다. 또한, 본 실시 형태에 있어서, 통신 상태의 판별에 이용하는 임계값 전압( $V_{ref}$ )은 290mV에 한정되지 않고, 예를 들어 용도 등의 조건에 따라서 적절히 변경할 수 있다.
- [0220] 보정 회로부(52)는 위상 비교기(54)와, 저항(55)과, 콘덴서(56)와, 여러 증폭기(57)와, 위상차 참조 전원(58)과, 전환 스위치(25)와, 홀드 콘덴서(59)를 구비한다. 또한, 본 실시 형태의 전환 스위치(25)는 상기 제1 실시 형태와 마찬가지의 구성이므로, 여기에서는, 전환 스위치(25)의 상세한 설명은 생략한다.
- [0221] 위상 비교기(54)의 「-」측의 입력 단자는, 안테나 코일(13)과 모니터 저항(21) 간의 접속점에 접속되고, 위상 비교기(54)의 「+」측의 입력 단자는, 신호 출력부(2)의 출력 단자에 접속된다. 또한, 위상 비교기(54)의 출력 단자는, 저항(55)의 한쪽 단자에 접속된다.
- [0222] 위상 비교기(54)는 신호 출력부(2)로부터 출력되는 신호의 위상(이하, 신호원 위상이라고 함)과, 송신 안테나(3)로부터 송출되는 송신 신호의 위상(이하, 모니터 위상이라고 함)을 비교하여, 양자의 위상차에 대응하는 전압 신호를 저항(55)으로 출력한다.

- [0223] 저항(55)의 다른 쪽 단자는, 콘덴서(56)의 한쪽 단자 및 에러 증폭기(57)의 「-」측의 입력 단자에 접속된다. 또한, 콘덴서(56)의 다른 쪽 단자는 접지된다. 즉, 본 실시 형태에서는, 저항(55) 및 콘덴서(56)에 의해 RC 필터를 구성한다. 그리고, 이 RC 필터는, 위상 비교기(54)로부터 출력된 신호를 직렬 전압으로 변환하고, 상기 변환한 직렬 전압을 에러 증폭기(57)의 「-」측의 입력 단자에 인가한다. 또한, 저항(55)은 예를 들어 저항값이  $100\text{k}\Omega$ 인 저항 소자로 구성할 수 있으며, 콘덴서(56)는 예를 들어 용량값이  $1\text{nF}$ 인 용량 소자로 구성할 수 있다.
- [0224] 에러 증폭기(57)의 「+」측의 입력 단자는, 위상차 참조 전원(58)의 출력 단자에 접속되고, 「-」측의 입력 단자는, 저항(55)과 콘덴서(56) 간의 접속점(RC 필터의 출력단)에 접속된다. 그리고, 에러 증폭기(57)의 출력 단자는, 전환 스위치(25)의 입력 단자에 접속된다. 또한, 위상차 참조 전원(58)의 출력 전압  $V_p$ 는, 최적의 위상 차에 대응하는 전압(이하, 위상차 참조 전압  $V_p$ 라고 함)을 출력한다. 또한, 위상차 참조 전압  $V_p$ 는, 예를 들어 장치의 종류나 용도 등의 조건을 고려하여 미리 적절히 설정된다. 에러 증폭기(57)는 신호원 위상과, 모니터 위상과의 위상차에 대응하는 직류 전압과, 위상차 참조 전압  $V_p$ 의 차분을 증폭하고, 상기 증폭한 전압을 전환 스위치(25)로 출력한다.
- [0225] 홀드 콘덴서(59)의 한쪽 단자는, 전환 스위치(25)의 출력 단자 및 저항(6)의 한쪽 단자에 접속되고, 홀드 콘덴서(59)의 다른 쪽 단자는 접지된다. 홀드 콘덴서(59)는 위상차 조정을 행하지 않을 때(전환 스위치(25)가 OFF 상태일 때)에, 병렬 가변 콘덴서(14)에 인가하는 제어 전압을 유지하기 위해 설치된 콘덴서이다. 이 홀드 콘덴서(59)는 예를 들어 용량값이  $10\text{nF}$ 인 콘덴서로 구성할 수 있다.
- [0226] 또한, 본 실시 형태에서는, 모니터 전압  $V_m$ 이  $290\text{mV}$  내지  $300\text{mV}$ 의 범위의 값인 경우(R/W 장치의 통신 가능권 내에 비접촉 IC 카드가 존재하지 않는 경우, 또는, 존재하지만 그 영향을 무시할 수 있는 경우)에는, 위상차 조정을 행한다. 구체적으로는, 이 경우에는, 비교기(22)에 의해 전환 스위치(25)를 ON 상태로 하고, 이에 의해, 위상차(통신 특성)를 보정하여 공진 주파수 어긋남을 보정한다. 한편, 모니터 전압  $V_m$ 이, 참조 전압  $V_{ref}(290\text{mV})$ 보다 작은 경우(R/W 장치의 통신 가능권내에 비접촉 IC 카드가 존재하는 경우)에는, 비교기(22)에 의해 전환 스위치(25)를 OFF 상태로 유지하여, 위상차 조정은 실시하지 않는다.
- [0227] (2) R/W 장치의 동작
- [0228] 다음으로, 본 실시 형태의 R/W 장치(50)에 있어서의 통신 상태의 모니터 동작 및 통신 특성의 보정 동작을 설명한다. 본 실시 형태에 있어서의 통신 상태의 모니터 동작 및 통신 특성의 보정 동작은, 상기 제1 실시 형태(도 12)와 마찬가지의 순으로 실시된다. 구체적으로는, 송신 안테나(3)에 흐르는 코일 전류(모니터 전압  $V_m$ )의 모니터 동작(스텝 S1), 통신 상태의 판별 동작(스텝 S2), 통신 특성의 보정 필요 여부의 판정 동작(스텝 S3) 및 통신 특성의 보정 동작(스텝 S4)을 이 순서로 반복한다.
- [0229] 단, 본 실시 형태에서는, 스텝 S3에 있어서, 모니터 전압  $V_m$ 과 임계값 전압( $V_{ref}=290\text{mV}$ )을 비교하여, R/W 장치의 통신 가능권 내에 비접촉 IC 카드가 존재하는지 여부를 판정한다.
- [0230] 그리고, 스텝 S3에 있어서, R/W 장치의 통신 가능권 내에 비접촉 IC 카드가 존재하지 않는다고 판정된 경우(모니터 전압  $V_m=290\text{mV}$  내지  $300\text{mV}$ 의 경우), 스텝 S3은 "예" 판정으로 된다. 이 경우에는, 스텝 S4에 있어서, 보정 회로부(52)는 전환 스위치(25)를 ON 상태로 하여, 송신 신호의 위상차 조정을 행하고, 공진 주파수 어긋남을 보정한다. 구체적으로는, 신호원 위상과 모니터 위상 간의 위상차에 대응하는 전압과, 위상차 참조 전압  $V_p$ 의 차 전압이, 제어 전압으로서 병렬 가변 콘덴서(14)에 인가되고, 송신 신호의 위상차 조정이 행해진다. 또한, 이때, 홀드 콘덴서(59)도 충전된다.
- [0231] 한편, 스텝 S3에 있어서, R/W 장치의 통신 가능권 내에 비접촉 IC 카드가 존재한다고 판정된 경우(모니터 전압  $V_m<290\text{mV}$ 의 경우), 스텝 S3은 "아니오" 판정으로 된다. 이 경우에는, 스텝 S4에 있어서, 보정 회로부(52)는 전환 스위치(25)를 OFF 상태로 한다. 단, 이 경우에는, 홀드 콘덴서(59)에 유지된 전압이, 제어 전압으로서 병렬 가변 콘덴서(14)에 인가된다. 또한, 이때, 콘덴서에는 전류가 흐르지 않으므로, 통신 시간 정도의 기간 내에서는 병렬 가변 콘덴서(14)에 인가되는 제어 전압은 거의 변화되지 않아, 문제가 되는 공진 주파수 어긋남은 발생하지 않는다.
- [0232] 본 실시 형태에서는, 전술한 바와 같이 하여, 송신 안테나(3)의 공진 주파수 어긋남을 조정하고, 공진 주파수의 경시 변화 등을 보정한다. 또한, 본 실시 형태에서는, 모니터 전압  $V_m$ 이 참조 전압  $V_{ref}(290\text{mV})$  내지 최대값( $300\text{mV}$ )의 범위의 값일 때에만, 위상차(통신 특성)를 조정하는 예를 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 항상, 전환 스위치(25)를 ON 상태로 하여 위상차 조정을 행하는 것도 가능하다. 그러나, 본 실시 형태

와 같이, 소정의 전압 범위로 한정하여 위상차 조정을 행함으로써, 예를 들어 불필요한 위상차 조정 동작에 의한, 전력 소비의 증대나 노이즈의 발생 등을 피할 수 있다.

[0233] [제5 실시 형태]

제1 내지 제3 실시 형태에서는, 통신 상태가 도 8 중의 영역 C의 상태에 있을 때(상호 인더턴스 M의 영향이 큰 경우)에, R/W 장치의 송신 안테나의 공진 특성(공진 주파수)을 보정하는 예를 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 통신 상태가 도 8 중의 영역 C의 상태에 있을 때에 비접촉 IC 카드측에서의 검파 전압 Vov가 작아지는 이유는, 안테나 간의 자기적 결합에 의해, R/W 장치의 신호원으로부터 본 송신 안테나의 임피던스가 소정의 값으로부터 벗어나서, 송신 출력이 작아지기 때문이다.

그로 인해, 비접촉 IC 카드측에서의 검파 전압 Vov를 크게 하기 위한 가장 확실한 방법은, R/W 장치의 송신 출력을 증대시키는 것이다. 송신 출력을 증대시키기 위한 방법으로서는, 예를 들어 다음의 3가지 방법을 이용할 수 있다

[0236] (a) 송신 전압을 크게 한다.

[0237] (b) 송신 전류(송신 안테나에 흐르는 전류)를 크게 한다.

[0238] (c) 코일 전류(안테나 코일에 흐르는 전류)를 크게 한다.

제5 실시 형태에서는, 송신 전류를 크게 하는 방법(상기 (b)의 방법)을 이용한 R/W 장치의 구성예를 설명한다. 또한, 본 실시 형태에서는, 상기 제1 실시 형태와 마찬가지로, 통신 상태가 도 8 중의 영역 B 및 영역 C 중 어느 영역의 상태인지를 판별하고, 그 판별 결과에 기초하여, R/W 장치의 출력 특성(통신 특성)을 변화시켜서, 통신 상태를 보정하는 예를 설명한다.

[0240] (1) R/W 장치의 구성

도 16에, 제5 실시 형태에 따른 R/W 장치의 회로 구성을 나타낸다. 또한, 도 16에 도시한 본 실시 형태의 R/W 장치(60)에 있어서, 도 11에 도시한 제1 실시 형태의 R/W 장치(1)와 마찬가지의 구성에는 동일한 부호를 부여하여 나타낸다.

R/W 장치(60: 송신 장치)는 신호 출력부(61)와, 송신 안테나(62; 송신부)와, 모니터 회로부(4: 통신 모니터부)와, 보정 회로부(5: 통신 보정부)와, 저항(6)을 구비한다. 또한, 모니터 회로부(4) 및 보정 회로부(5)는 실 회로에서는 하나의 LSI(집적 회로)에 실장된다. 또한, 본 실시 형태의 모니터 회로부(4), 보정 회로부(5) 및 저항(6)은, 상기 제1 실시 형태의 대응하는 각 부와 마찬가지의 구성이므로, 여기에서는, 이들 구성의 설명은 생략한다.

[0243] 신호 출력부(61)는 소정 주파수(13.56MHz)의 신호를 출력하는 신호원(11), 및 임피던스 가변의 가변 출력 임피던스(63)로 구성된다. 또한, 신호원(11)은 상기 제1 실시 형태와 마찬가지로 구성할 수 있다.

[0244] 가변 출력 임피던스(63)는 저항(6)을 개재하여, 보정 회로부(5)(전환 스위치(25))의 출력 단자에 접속된다. 그리고, 가변 출력 임피던스(63)의 임피던스는, 보정 회로부(5)로부터 저항(6)을 개재하여 입력되는 신호에 기초하여 변화된다.

[0245] 송신 안테나(62)는 안테나 코일(13)과, 병렬 콘덴서(64)와, 직렬 콘덴서(15)로 구성된다. 본 실시 형태에서는, 안테나 코일(13)의 한쪽 단자는, 병렬 콘덴서(64)의 한쪽 단자 및 직렬 콘덴서(15)의 가변 출력 임피던스(63)측과는 반대측 단자에 접속된다. 또한, 안테나 코일(13)의 다른 쪽 단자는, 모니터 회로부(4) 내의 모니터 저항(21)을 개재하여 접지된다. 또한, 병렬 콘덴서(64)의 다른 쪽 단자는 접지된다. 즉, 본 실시 형태에서는, 병렬 콘덴서(64)는 안테나 코일(13) 및 모니터 저항(21)을 포함하는 직렬 회로에 병렬 접속된다.

[0246] 또한, 본 실시 형태에 있어서도, 안테나 코일(13)의 사이즈는 소 사이즈로 하고, 통신 상태가 도 8 중의 영역 B 및 영역 C 중 어느 영역의 상태에 있는지를 판별하므로, 모니터 회로부(4)에서 이용하는 참조 전압 Vref는, 160 mV로 한다(도 8 참조). 또한, 본 실시 형태에서는, 통신 상태가 양호한 상태인 경우에, 신호 출력부(61)와 송신 안테나(62) 간에, 50Ω으로 임피던스 매칭이 취해지도록, 송신 안테나(62) 내의 각 회로 소자의 상수(인더턴스 및 캐패시턴스)를 적절히 설정한다.

[0247] 본 실시 형태의 R/W 장치(60)에서는, 모니터 전압 Vm이 참조 전압 Vref(160mV) 이하인 경우(통신 상태가 도 8 중의 영역 C의 통신 상태인 경우), 전환 스위치(25)는 비교기(22)의 출력 신호에 의해를 ON 상태가 되도록 제어

된다. 이에 의해, 보정 회로부(5)의 출력 전압  $V_e$ 를 가변 출력 임피던스(63)에 인가하여(피드백 제어하여), 가변 출력 임피던스(63)의 임피던스를 변화시킨다. 이때, 본 실시 형태에서는, 송신 출력 부족이라고 판단되므로, 가변 출력 임피던스(63)의 임피던스를 작게 하여 송신 전류를 증가시킨다. 이 결과, R/W 장치(60)의 송신 출력(송신 전력)이 증대하여, 비접촉 IC 카드측에서의 검파 전압  $V_{ov}$ 도 커진다.

[0248] 한편, 모니터 전압  $V_m$ 이 참조 전압  $V_{ref}(160mV)$ 보다 큰 경우(통신 상태가 도 8 중의 영역 B의 통신 상태인 경우)에는, R/W 장치(60)는 전환 스위치(25)가 OFF 상태가 되도록 제어하고, 가변 출력 임피던스(63)의 임피던스를 변경하지 않는다.

#### [0249] (2) R/W 장치의 동작

[0250] 다음으로, 본 실시 형태의 R/W 장치(60)에 있어서의 통신 상태의 모니터 동작 및 통신 특성의 보정 동작을 설명한다. 본 실시 형태에 있어서의 통신 상태의 모니터 동작 및 통신 특성의 보정 동작은, 상기 제1 실시 형태(도 12)와 마찬가지의 순서으로 실시된다. 구체적으로는, 송신 안테나(62)에 흐르는 코일 전류(모니터 전압  $V_m$ )의 모니터 동작(스텝 S1), 통신 상태의 판별 동작(스텝 S2), 통신 특성의 보정 필요 여부의 판정 동작(스텝 S3) 및 통신 특성의 보정 동작(스텝 S4)을 이 순서로 반복한다.

[0251] 단, 본 실시 형태에서는, 스텝 S3에서 통신 특성의 보정이 필요하다고 판정된 경우, 스텝 S4에서, R/W 장치(60)는 보정 회로부(5)의 출력 전압( $V_e$ )을 가변 출력 임피던스(63)에 인가하고, 가변 출력 임피던스(63)의 임피던스를 작게 한다. 이때, 본 실시 형태에서는, 통신 상태가 도 8 중의 영역 C의 통신 상태로부터 도 8 중의 영역 B의 통신 상태로 보정되도록, 가변 출력 임피던스(63)의 임피던스를 작게 한다. 이에 의해, R/W 장치(60)의 송신 출력(송신 전력)을 증대하여, 비접촉 IC 카드측에서의 검파 전압  $V_{ov}$ 를 크게 한다.

[0252] 전술한 바와 같이, 본 실시 형태에 있어서도, 상기 제1 실시 형태와 마찬가지로, R/W 장치(60)에서, 통신 상태를 판별하고, 그 판별 결과에 기초하여, 통신 상태를 양호한 상태로 보정할 수 있다. 단, 본 실시 형태의 통신 특성의 보정 방법에서는, 상기 제1 내지 제3 실시 형태의 방법(공진 특성을 보정하는 방법)에 비하여, 예를 들어 송수신 시의 위상 특성, 임피던스 매칭 등의 개선 효과는 작으므로, 변복조 신호의 데이터 통신 특성에 대한 개선 효과도 작다.

#### [제6 실시 형태]

[0254] 전술한 검증 실험 5(도 10)에서 설명한 바와 같이, R/W 장치의 송신 안테나(공진 회로)의 Q값을 크게 하면, 모니터 전류  $I_m$ (코일 전류)이 증가한다. 제6 실시 형태에서는, 송신 안테나의 Q값(통신 특성)을 크게 함으로써 코일 전류를 증가시키고, 이에 의해 R/W 장치의 송신 출력을 증대시키는 방법(상기 (c)의 방법)을 설명한다. 또한, 본 실시 형태에서는, 상기 제1 실시 형태와 마찬가지로, 통신 상태가 도 8 중의 영역 B 및 영역 C 중 어느 영역의 상태인지를 판별하고, 그 판별 결과에 기초하여, R/W 장치의 출력 특성을 변화시켜서, 통신 상태를 보정하는 예를 설명한다.

#### [0255] (1) R/W 장치의 구성

[0256] 도 17에, 제6 실시 형태에 따른 R/W 장치의 회로 구성을 나타낸다. 또한, 도 17에 도시한 본 실시 형태의 R/W 장치(70)에 있어서, 도 11에 도시한 제1 실시 형태의 R/W 장치(1)와 마찬가지의 구성에는 동일한 부호를 부여하여 나타낸다.

[0257] R/W 장치(70: 송신 장치)는 신호 출력부(2)와, 송신 안테나(62: 송신부)와, 모니터 회로부(71: 통신 보정부)와, 전환 스위치(72: 통신 보정부)를 구비한다. 또한, 모니터 회로부(71) 및 전환 스위치(72)는 실 회로에서는 하나의 LSI(집적 회로)에 실장된다. 또한, 본 실시 형태의 신호 출력부(2)는 상기 제1 실시 형태와 마찬가지의 구성이며, 본 실시 형태의 송신 안테나(62)는 상기 제6 실시 형태와 마찬가지의 구성이다. 그로 인해, 여기서는, 신호 출력부(2) 및 송신 안테나(62)의 구성의 설명은 생략한다.

[0258] 모니터 회로부(71)는 안테나 코일(13)에 흐르는 코일 전류를 모니터하는 회로이다. 모니터 회로부(71)는 제1 모니터 저항(73)과, 제2 모니터 저항(74)과, 비교기(22)와, 제1 전원 스위치(75)와, 제1 참조 전원(76)과, 제2 전원 스위치(77)와, 제2 참조 전원(78)을 갖는다. 또한, 본 실시 형태의 비교기(22)는 상기 제1 실시 형태와 마찬가지의 구성이다. 또한, 본 실시 형태에 있어서도, 모니터 저항에 의해, 안테나 코일(13)에 흐르는 코일 전류를 전압(모니터 전압  $V_m$ )으로 변환하고, 상기 변환된 모니터 전압  $V_m$ 에 기초하여, 통신 상태를 판별한다.

[0259] 제1 모니터 저항(73)의 한쪽 단자는, 안테나 코일(13)의 한쪽 단자에 접속되고, 제1 모니터 저항(73)의 다른 쪽 단자는, 병렬 콘덴서(64)의 한쪽 단자 및 접지에 접속된다. 또한, 본 실시 형태에서는, 제1 모니터 저항(73)은

상기 제1 실시 형태의 모니터 저항(21)과 마찬가지의 구성으로 하고, 예를 들어 저항값 1Ω의 저항 소자로 구성한다.

[0260] 제2 모니터 저항(74)의 한쪽 단자는, 전환 스위치(72)를 개재하여 안테나 코일(13)의 한쪽 단자에 접속되고, 제2 모니터 저항(74)의 다른 쪽 단자는, 병렬 콘덴서(64)의 한쪽 단자 및 접지에 접속된다. 즉, 제2 모니터 저항(74) 및 전환 스위치(72)를 포함하는 직렬 회로는, 제1 모니터 저항(73)에 병렬 접속된다. 또한, 본 실시 형태에서는, 제2 모니터 저항(74)을 제1 모니터 저항(73)의 저항값과 동일한 저항값을 갖는 저항 소자, 예를 들어 저항값 1Ω의 저항 소자로 구성한다.

[0261] 제1 전원 스위치(75)의 입력 단자는, 제1 참조 전원(76)의 출력 단자에 접속되고, 제1 전원 스위치(75)의 출력 단자는, 비교기(22)의 「+」측의 입력 단자에 접속된다. 또한, 제1 전원 스위치(75)의 「+」측의 제어 단자는, 접지되고, 「-」측의 제어 단자는, 비교기(22)의 출력 단자에 접속된다. 또한, 제1 전원 스위치(75)는 모니터 회로부(71) 내의 비교기(22)의 출력 신호에 의해 ON/OFF 제어된다.

[0262] 제1 참조 전원(76)은 통신 특성을 보정할 필요가 없는 경우(송신 안테나(62)의 Q값을 올릴 필요가 없는 경우)의 Q값에 있어서의 모니터 전압  $V_m$ 의 최적값(최대값의 1/2: 제1 참조 전압  $V_{ref1}$ )을 출력한다. 예를 들어, 도 8에 도시한 검파 출력  $V_{ov}$ 와 모니터 전압  $V_m$ 의 상관 특성을 갖는 R/W 장치에서는, 제1 참조 전원(76)은 상기 제1 실시 형태의 참조 전원(23)과 마찬가지로 구성할 수 있고, 160mV의 제1 참조 전압  $V_{ref1}$ 을 출력한다.

[0263] 또한, 제2 전원 스위치(77)의 입력 단자는, 제2 참조 전원(78)의 출력 단자에 접속되고, 제2 전원 스위치(77)의 출력 단자는, 비교기(22)의 「+」측의 입력 단자에 접속된다. 또한, 제2 전원 스위치(77)의 「+」측의 제어 단자는, 비교기(22)의 출력 단자에 접속되고, 「-」측의 제어 단자는 접지된다. 또한, 제2 전원 스위치(77)는 모니터 회로부(71) 내의 비교기(22)의 출력 신호에 의해 ON/OFF 제어된다.

[0264] 제2 참조 전원(78)은 통신 특성을 보정한 경우(송신 안테나(62)의 Q값을 올린 경우)의 Q값에 있어서의 모니터 전압  $V_m$ 의 최적값(최대값의 1/2: 제2 참조 전압  $V_{ref2}$ )을 출력한다. 검증 실험 5(도 10)에서 설명한 바와 같이, R/W 장치(70)의 송신 안테나(62: 공진 회로)의 Q값을 크게 하면, 모니터 전압  $V_m$ 의 최대값 및 최적값(최대값의 1/2: 검파 출력  $V_{ov}$ 가 최대가 될 때의 모니터 전압  $V_m$ )도 변화된다. 그로 인해, 본 실시 형태에서는, 통신 특성의 보정 시에, 모니터 전압  $V_m$ 과 비교하는 참조 전압(제2 참조 전압  $V_{ref2}$ )을 비보정 시의 참조 전압(제1 참조 전압  $V_{ref1}$ )과는 다르게 한다.

[0265] 전환 스위치(72)의 「+」측의 제어 단자는, 비교기(22)의 출력 단자에 접속되고, 「-」측의 제어 단자는 접지된다. 또한, 전환 스위치(72)의 한쪽 단자는, 안테나 코일(13)과 제1 모니터 저항(73) 간의 접속점에 접속되고, 전환 스위치(72)의 다른 쪽 단자는, 제2 모니터 저항(74)의 한쪽 단자에 접속된다. 또한, 전환 스위치(72)는 모니터 회로부(71) 내의 비교기(22)의 출력 신호에 의해 ON/OFF 제어된다.

[0266] 본 실시 형태의 R/W 장치(70)에서는, 모니터 전압  $V_m$ 이 제1 참조 전압 160mV보다 큰 경우(통신 상태가 도 8 중의 영역 B의 상태인 경우), 전환 스위치(72) 및 제2 전원 스위치(77)가 OFF 상태가 되고, 제1 전원 스위치(75)가 ON 상태가 된다. 그로 인해, 이 상태에서는, 통신 상태의 판별에 이용하는 임계값은 참조 전압  $V_{ref1}$ 이 된다.

[0267] 한편, 모니터 전압  $V_m$ 이 제1 참조 전압 160mV 이하인 경우(통신 상태가 도 8 중의 영역 C의 상태인 경우)에는, 전환 스위치(72) 및 제2 전원 스위치(77)가 ON 상태가 되고, 제1 전원 스위치(75)가 OFF 상태가 된다. 이 경우, 모니터 저항의 저항값이 스위치 전환 전의 저항값의 1/2이 되므로, Q값이 커져서 코일 전류도 커진다. 이 결과, R/W 장치(70)의 송신 출력(송신 전력)이 증대하여, 비접촉 IC 카드측에서의 검파 전압  $V_{ov}$ 가 커진다. 또한, 이 상태에서는, 통신 상태의 판별에 이용하는 임계값은 제2 참조 전압  $V_{ref2}$ 가 된다.

## [0268] (2) R/W 장치의 동작

[0269] 다음으로, 본 실시 형태의 R/W 장치(70)에 있어서의 통신 상태의 모니터 동작 및 통신 특성의 보정 동작을 설명한다. 본 실시 형태에 있어서의 통신 상태의 모니터 동작 및 통신 특성의 보정 동작은, 상기 제1 실시 형태(도 12)와 마찬가지의 수순으로 실시된다. 구체적으로는, 송신 안테나(62)에 흐르는 코일 전류(모니터 전압  $V_m$ )의 모니터 동작(스텝 S1), 통신 상태의 판별 동작(스텝 S2), 통신 특성의 보정 필요 여부의 판정 동작(스텝 S3) 및 통신 특성의 보정 동작(스텝 S4)을 이 순서로 반복한다.

[0270] 단, 본 실시 형태에서는, 스텝 S3에서 통신 특성의 보정이 필요하다고 판정된 경우, 스텝 S4에서, R/W 장치(70)는 전환 스위치(72)를 ON 상태로 하고, 송신 안테나(62)의 Q값을 크게 하여 코일 전류를 증가시킨다. 이에

의해, R/W 장치(70)의 송신 출력(송신 전력)을 증대하여, 비접촉 IC 카드측에서의 검파 전압 Vov를 크게 한다.

[0271] 전술한 바와 같이, 본 실시 형태에 있어서도, 상기 제1 실시 형태와 마찬가지로, R/W 장치(70)에서, 통신 상태를 판별하고, 그 판별 결과에 기초하여, 통신 상태를 양호한 상태로 보정할 수 있다. 단, 본 실시 형태의 통신 특성의 보정 방법도 또한, 상기 제5 실시 형태와 마찬가지로, 예를 들어 송수신 시의 위상 특성, 임피던스 매칭 등의 개선 효과는 작으므로, 변복조 신호의 데이터 통신 특성에 대한 개선 효과도 작다.

[0272] [제7 실시 형태]

[0273] 제7 실시 형태에서는, 송신 안테나의 직렬 콘덴서의 용량값을 크게 함(임피던스를 작게 함)으로써 코일 전류를 증가시키고, 이에 의해 R/W 장치의 송신 출력을 증대시키는 방법을 설명한다. 또한, 본 실시 형태에서는, 상기 제1 실시 형태와 마찬가지로, 통신 상태가 도 8 중의 영역 B 및 영역 C 중 어느 영역의 상태인지를 판별하고, 그 판별 결과에 기초하여, R/W 장치의 출력 특성을 변화시켜서, 통신 상태를 보정하는 예를 설명한다.

[0274] (1) R/W 장치의 구성

[0275] 도 18에, 제7 실시 형태에 따른 R/W 장치의 회로 구성을 나타낸다. 또한, 도 18에 도시한 본 실시 형태의 R/W 장치(80)에 있어서, 도 11에 도시한 제1 실시 형태의 R/W 장치(1)와 마찬가지의 구성에는 동일한 부호를 부여하여 나타낸다.

[0276] R/W 장치(80: 송신 장치)는 신호 출력부(2)와, 송신 안테나(81: 송신부)와, 모니터 회로부(4: 통신 보정부), 보정 회로부(5: 통신 보정부)와, 2개의 저항(6, 7)을 구비한다. 또한, 모니터 회로부(4) 및 보정 회로부(5)는 실 회로에서는 하나의 LSI(집적 회로)에 실장된다. 또한, 본 실시 형태의 R/W 장치(80)에 있어서, 송신 안테나(81) 이외의 구성은, 상기 제1 실시 형태의 대응하는 각 부와 마찬가지의 구성이므로, 여기에서는, 송신 안테나(81)의 구성만을 설명한다.

[0277] 송신 안테나(81)는 안테나 코일(13)과, 병렬 콘덴서(64)와, 직렬 가변 콘덴서(82)와, 2개의 DC 제거용 콘덴서(83, 84)로 구성된다. 또한, 본 실시 형태의 안테나 코일(13) 및 병렬 콘덴서(64)는 상기 제6 실시 형태(도 17)의 대응하는 각 소자와 마찬가지의 구성이다. 즉, 본 실시 형태에서는, 송신 안테나(81: 안테나 코일(13))의 안테나 사이즈는 소 사이즈(도 2 참조)로 한다.

[0278] 본 실시 형태에서는, DC 제거용 콘덴서(83), 직렬 가변 콘덴서(82) 및 DC 제거용 콘덴서(84)의 이 순서로 직렬 접속된다. 그리고, 상기 3개의 콘덴서의 직렬 회로의 한쪽(DC 제거용 콘덴서(83)측) 단자는, 출력 임피던스(12)의 한쪽 단자에 접속된다. 또한, 상기 3개의 콘덴서의 직렬 회로의 다른 쪽(DC 제거용 콘덴서(84)측) 단자는, 안테나 코일(13)의 한쪽(모니터 저항(21)측과는 반대측) 단자 및 병렬 콘덴서(64)의 한쪽(접지측과는 반대측) 단자에 접속된다.

[0279] 또한, 직렬 가변 콘덴서(82)의 DC 제거용 콘덴서(84)측의 단자는, 저항(6)을 개재하여, 보정 회로부(5: 전환 스위치(25))의 출력 단자에 접속되고, 직렬 가변 콘덴서(82)의 DC 제거용 콘덴서(83)측의 단자는, 저항(7)을 개재하여 접지된다.

[0280] 직렬 가변 콘덴서(82)는 바이어스 전압(제어 전압)을 가함으로써 용량이 변화하는 가변 용량 소자로 구성한다. 예를 들어, 강유전체를 사용한 박막 콘덴서나, 가변 용량이라 불리는 다이오드 등으로 직렬 가변 콘덴서(82)를 구성할 수 있다. 또한, 2개의 DC 제거용 콘덴서(83, 84)는, 직렬 가변 콘덴서(82)에 인가되는 제어 전압이 안테나 코일(13)에 인가되지 않도록 하기 위해 설치된 콘덴서이다. 그로 인해, 2개의 DC 제거용 콘덴서(83, 84)의 용량값 C10, C11은 모두, 직렬 가변 콘덴서(82)의 용량값 C9의 10배 이상으로 설정한다.

[0281] 본 실시 형태의 R/W 장치(80)에서는, 모니터 전압 Vm이 참조 전압 Vref(160mV) 이하인 경우(통신 상태가 도 8 중의 영역 C의 통신 상태인 경우), 전환 스위치(25)는 비교기(22)의 출력 신호에 의해 ON 상태가 된다. 이 경우, 보정 회로부(5)의 출력 전압 Ve가 직렬 가변 콘덴서(82)의 DC 제거용 콘덴서(84)측의 단자에 인가되고, 직렬 가변 콘덴서(82)의 양쪽 단자 간에 인가되는 바이어스 전압이 저하된다. 이에 의해, 직렬 가변 콘덴서(82)의 용량값 C9가 커져서(직렬 가변 콘덴서(82)의 임피던스가 저하되어), 코일 전류(송신 전류)가 증가한다. 이 결과, R/W 장치(80)의 송신 출력(송신 전력)이 증대하여, 비접촉 IC 카드측에서의 검파 전압 Vov도 커진다.

[0282] 한편, 모니터 전압 Vm이 참조 전압 Vref(160mV)보다 큰 경우(통신 상태가 도 8 중의 영역 B의 통신 상태인 경우)에는, R/W 장치(80)는 전환 스위치(25)가 OFF 상태가 되도록 제어하고, 직렬 가변 콘덴서(82)의 용량값 C9를 변화시키지 않는다.

## [0283] (2) R/W 장치의 동작

다음으로, 본 실시 형태의 R/W 장치(80)에 있어서의 통신 상태의 모니터 동작 및 통신 특성의 보정 동작을 설명 한다. 본 실시 형태에 있어서의 통신 상태의 모니터 동작 및 통신 특성의 보정 동작은, 상기 제1 실시 형태(도 12)와 마찬가지의 수순으로 실시된다. 구체적으로는, 송신 안테나(81)에 흐르는 코일 전류(모니터 전압  $V_m$ )의 모니터 동작(스텝 S1), 통신 상태의 판별 동작(스텝 S2), 통신 특성의 보정 필요 여부의 판정 동작(스텝 S3) 및 통신 특성의 보정 동작(스텝 S4)을 이 순서로 반복한다.

단, 본 실시 형태에서는, 스텝 S3에서 통신 특성의 보정이 필요하다고 판정된 경우, 스텝 S4에서, R/W 장치(80)는 보정 회로부(5)의 출력 전압( $V_e$ )을 직렬 가변 콘덴서(82)의 DC 제거용 콘덴서(84)측의 단자에 인가한다. 이에 의해, 직렬 가변 콘덴서(82)의 용량값 C9를 크게 한다. 또한, 이때, 본 실시 형태에서는, 통신 상태가 도 8 중의 영역 C의 통신 상태로부터 도 8 중의 영역 B의 통신 상태로 보정되도록, 직렬 가변 콘덴서(82)의 용량값 C9를 크게 한다. 이 결과, R/W 장치(80)의 송신 출력(송신 전력)을 증대하고, 비접촉 IC 카드측에서의 검파 전압  $V_{ov}$ 를 크게 한다.

전술한 바와 같이, 본 실시 형태에 있어서도, 상기 제1 실시 형태와 마찬가지로, R/W 장치(80)에서, 통신 상태를 판별하고, 그 판별 결과에 기초하여, 통신 상태를 양호한 상태로 보정할 수 있다. 단, 본 실시 형태의 통신 특성의 보정 방법에서는, 전술한 바와 같이, 송신 출력(출력 특성)을 보정하지만, 송신 안테나(81)의 직렬 콘덴서의 용량값도 변화시키므로, 송신 안테나(81)의 공진 특성도 보정하고 있는 것으로 된다.

또한, 본 실시 형태에서는, 직렬 가변 콘덴서(82)의 용량값 C9를 변화시키는 예를 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 송신 안테나 내에 직렬 콘덴서를 2개 준비하고, 통신 상태에 따라서, 사용하는 직렬 콘덴서를 전환하는 구성으로 하여도 된다.

## [0288] &lt;3. 각종 변형예 및 각종 응용예&gt;

[0289] 본 발명에 따른 송신 장치(R/W 장치), 통신 상태의 모니터 방법 및 통신 특성의 보정 방법은, 전술한 각종 실시 형태에 한정되지 않으며, 다양한 변형예 및 응용예를 고려할 수 있다.

## [0290] [변형예 1]

[0291] 상기 제1 내지 3 실시 형태에서는, 별렬 콘덴서의 용량값 또는 안테나 코일의 인덕턴스를 변화시켜 통신 특성을 보정하는 예를 설명하였다. 또한, 상기 제5 내지 제7 실시 형태에서는, 각각, 신호 출력부의 출력 임피던스, 송신 안테나의 Q값 및 직렬 콘덴서의 용량값 중 어느 쪽인가의 파라미터를 변화시켜 통신 특성을 보정하는 예를 설명하였다. 그러나, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 예를 들어, 상기 제1 내지 제3 및 제5 내지 제7 실시 형태를 적절히 조합, 복수의 파라미터를 변화시킴으로써, 통신 특성을 보정하여도 된다.

## [0292] [변형예 2]

[0293] 상기 제1 내지 7 실시 형태의 각 R/W 장치는, 통신 상태의 판별 결과를 표시하는 표시부를 구비하고 있어도 된다. 이 경우, 통신 상태의 양호 시 및 불량 시에 관계없이, 표시부에서 현재의 통신 상태를 항상 표시하여야 되고, 불량 시에만 통신 상태를 표시부에서 표시하여야 된다. 또한, 후자의 경우에는, 예를 들어 표시부를 램프 등으로 구성하고, 통신 상태가 불량인 경우에는, 램프 등을 점등하여, 유저에게 통신 불량을 알리는 구성으로 하여도 된다.

## [0294] [변형예 3]

[0295] 상기 제1 내지 7 실시 형태의 각 R/W 장치는, 통신 상태의 판별 결과에 관한 데이터를 외부 장치에 송신하는 기능을 구비하고 있어도 된다. 또한, 이 경우, 또한, R/W 장치에, 통신 상태의 판별 결과를 표시하는 표시부를 설치하고, 통신 상태의 판별 결과에 관한 데이터를 표시부에서 표시하여야 된다.

## [0296] [응용예 1]

[0297] 상기 각종 실시 형태에서는, R/W 장치, 즉, 송신 장치에 본 발명의 통신 상태의 모니터 방법 및 통신 특성의 보정 방법을 적용한 예를 설명하였지만, 본 발명은 이에 한정되지 않는다. 본 발명의 통신 상태의 모니터 방법 및 통신 특성의 보정 방법은, R/W 기능 및 IC 카드 기능의 양쪽을 구비하는, 예를 들어 이동 통신 단말기 등의 휴대 통신 장치(통신 장치)에도 적용 가능하다. 이 경우에는, 휴대 통신 장치의 비접촉 통신부에, 상기 각종 실시 형태에서 설명한 R/W 장치와 마찬가지의 회로 구성을 갖는 송신 기능부와, 예를 들어 도 1에서 설명한 평

가 시스템(100)의 비접촉 IC 카드(120)와 마찬가지의 회로 구성을 갖는 수신 기능부가 설치된다.

[0298] [응용예 2]

상기 각종 실시 형태에서는, 주로 정보를 송수신하는 비접촉 통신 시스템에 있어서의 통신 상태의 모니터 기술과, 그것을 이용한 R/W 장치에 대하여 설명하였다. 그러나, 예를 들어 송신 안테나와 수신 안테나를 자기적으로 결합시킴으로써, 에너지나 신호를 송수신하는 무선 전력 전송 시스템(무선 급전 시스템)에 있어서도, 비접촉 통신 시스템과 마찬가지의 회로 구성이 이용된다. 그로 인해, 본 발명의 상기 기술은, 예를 들어 무선 전력 전송 시스템과, 상기 시스템에서 이용되는 비접촉 급전 장치(송신 장치)에도 적용할 수 있다.

[0300] 또한, 본 발명은, 이하와 같은 구성을 취할 수도 있다.

[0301] [1] 안테나 코일을 갖고, 외부 장치와 전자 결합에 의해 통신을 행하는 송신부와,

[0302] 소정 주파수의 신호를 생성하고, 생성한 상기 신호를 상기 송신부로 출력하는 신호 출력부와,

[0303] 상기 안테나 코일에 흐르는 전류에 관한 정보를 모니터하고, 모니터된 상기 정보에 기초하여 통신 상태를 판별하는 통신 모니터부와,

[0304] 상기 통신 모니터부에 있어서의 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 통신 특성을 보정하는 통신 보정부

[0305] 를 구비하는 송신 장치.

[0306] [2]

[0307] 상기 통신 보정부는, 상기 통신 모니터부에 있어서의 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 상기 송신부의 캐패시턴스, 인더턴스 및 Q값 중 적어도 1개를 변화시켜서, 통신 특성을 보정하는 상기 [1]에 기재된 송신 장치.

[0308] [3]

[0309] 상기 송신부는, 상기 안테나 코일에 병렬 접속된 용량 가변의 병렬 컨덴서를 갖고,

[0310] 상기 통신 보정부는, 상기 통신 모니터부에 있어서의 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 상기 병렬 컨덴서의 캐패시턴스를 변화시키는 상기 [2]에 기재된 송신 장치.

[0311] [4]

[0312] 상기 송신부는, 상기 안테나 코일에 직렬 접속된 용량 가변의 직렬 컨덴서를 갖고,

[0313] 상기 통신 보정부는, 상기 통신 모니터부에 있어서의 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 상기 직렬 컨덴서의 캐패시턴스를 변화시키는 상기 [2]에 기재된 송신 장치.

[0314] [5]

[0315] 상기 통신 보정부는, 상기 통신 모니터부에 있어서의 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 상기 안테나 코일에 흐르는 전류를 증가시켜서, 통신 특성을 보정하는 상기 [1] 내지 [4] 중 어느 하나에 기재된 송신 장치.

[0316] [6]

[0317] 상기 통신 보정부는, 상기 통신 모니터부에 있어서의 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 상기 신호 출력부의 출력 임피던스를 작게 하여, 통신 특성을 보정하는 상기 [1] 내지 [5] 중 어느 하나에 기재된 송신 장치.

[0318] [7]

[0319] 상기 통신 보정부는, 상기 통신 모니터부에 있어서의 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 상기 송신부의 Q값을 제1 Q값 내지 상기 제1 Q값보다 큰 제2 Q값으로 변화시켜서, 통신 특성을 보정하고,

[0320] 상기 통신 모니터부는, 상기 송신부의 Q값이 상기 제1 Q값일 때에 사용하는 상기 통신 상태의 제1 판별 임계값과, 상기 송신부의 Q값이 상기 제2 Q값일 때에 사용하는 상기 통신 상태의 제2 판별 임계값을 갖고, 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 상기 통신 상태를 판별하기 위한 임계값을 상기 제1 판별 임계값과 상기 제2 판별 임계값 간에서 전환하는 상기 [1] 내지 [6] 중 어느 하나에 기재된 송신 장치.

[0321] [8]

- [0322] 상기 안테나 코일에 흐르는 전류에 관한 정보가, 상기 안테나 코일에 흐르는 전류에 대응하는 전압값인 상기 [1] 내지 [7] 중 어느 하나에 기재된 송신 장치.
- [0323] [9]
- [0324] 상기 통신 모니터부는, 상기 안테나 코일에 흐르는 전류에 대응하는 전압값의 최대값의 1/2 값과, 모니터된 상기 전압값을 비교하여, 통신 상태를 판별하는 상기 [8]에 기재된 송신 장치.
- [0325] [10]
- [0326] 상기 통신 모니터부는, 외부 수신 장치가 비접촉 통신 가능한 범위에 존재하는지 여부를 식별하기 위한 소정의 임계값 전압과, 모니터된 상기 전압값을 비교하여, 통신 상태를 판별하는 상기 [8]에 기재된 송신 장치.
- [0327] [11]
- [0328] 상기 통신 모니터부가, 상기 외부 수신 장치가 비접촉 통신 가능한 범위에 존재하지 않는다고 판별된 경우에는, 상기 통신 보정부는, 상기 신호 출력부에서 생성된 상기 신호의 위상과, 상기 송신부로부터 송출되는 신호의 위상과의 차를 보정하는 상기 [10]에 기재된 송신 장치.
- [0329] [12]
- [0330] 상기 통신 모니터부에 있어서의 통신 상태의 판별 결과를 표시하는 표시부를 더 구비하는 상기 [1] 내지 [11] 중 어느 하나에 기재된 송신 장치.
- [0331] [13]
- [0332] 상기 송신부가, 상기 통신 모니터부에 있어서의 통신 상태의 판별 결과에 관한 데이터를 외부로 송신하는 상기 [1] 내지 [12] 중 어느 하나에 기재된 송신 장치.
- [0333] [14]
- [0334] 안테나 코일을 갖고, 외부와 전자 결합에 의해 통신을 행하는 송신부와, 소정 주파수의 신호를 생성하고, 생성한 상기 신호를 상기 송신부로 출력하는 신호 출력부와, 상기 안테나 코일에 흐르는 전류에 관한 정보를 모니터하고, 모니터된 상기 정보에 기초하여 통신 상태를 판별하는 통신 모니터부와, 상기 통신 모니터부에 있어서의 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 통신 특성을 보정하는 통신 보정부와,
- [0335] 수신 안테나를 갖고, 외부와 전자 결합에 의해 통신을 행하는 수신 기능부
- [0336] 를 구비하는 송수신 장치.
- [0337] [15]
- [0338] 외부 장치와 전자 결합에 의해 통신을 행하는 송신 안테나의 안테나 코일에 흐르는 전류에 관한 정보를 모니터하고, 모니터된 상기 정보에 기초하여 통신 상태를 판별하는 통신 모니터부와,
- [0339] 상기 통신 모니터부에 있어서의 상기 통신 상태의 판별 결과에 기초하여, 통신 특성을 보정하는 통신 보정부
- [0340] 를 구비하는 접적 회로.
- [0341] [16]
- [0342] 안테나 코일을 갖고, 외부와 전자 결합에 의해 통신을 행하는 송신부와, 상기 안테나 코일에 흐르는 전류에 관한 정보를 모니터하는 통신 모니터부를 구비하는 송신 장치의 상기 통신 모니터부가, 안테나 코일에 흐르는 전류에 관한 정보를 모니터하는 단계와,
- [0343] 상기 통신 모니터부가, 모니터된 상기 안테나 코일에 흐르는 전류에 관한 정보에 기초하여 통신 상태를 판별하는 단계
- [0344] 를 포함하는 통신 상태의 모니터 방법.

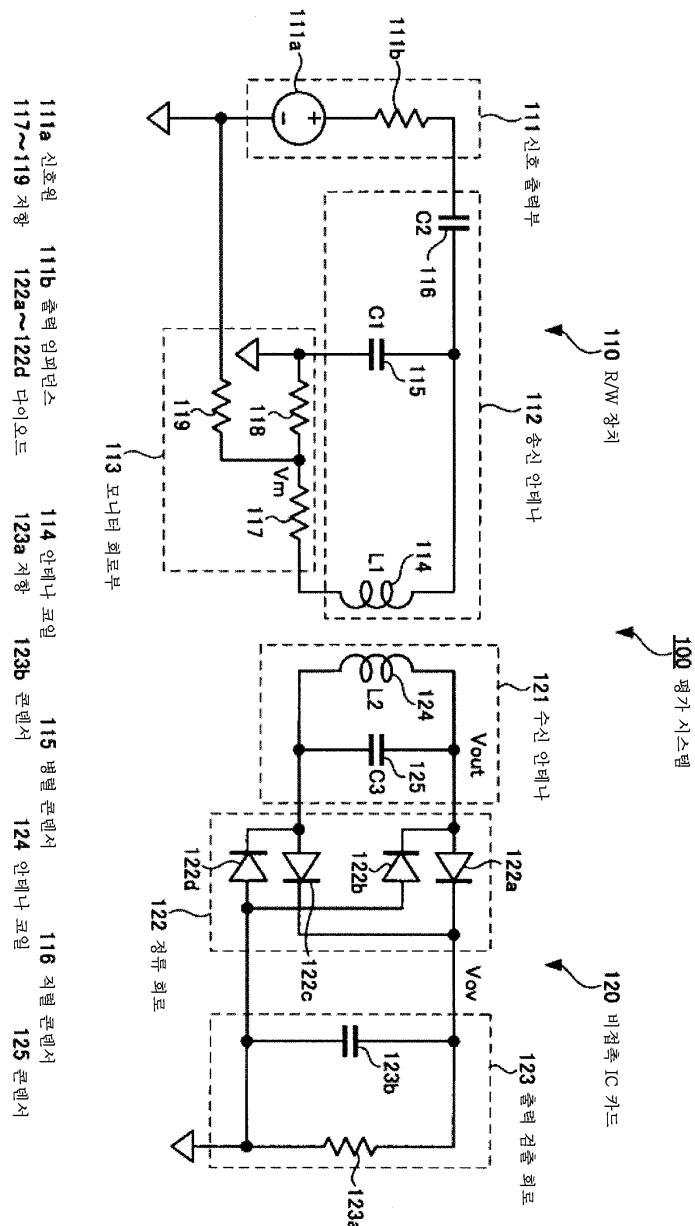
### 부호의 설명

1: R/W 장치

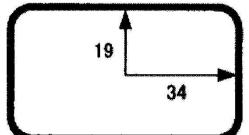
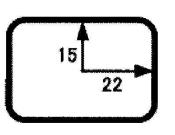
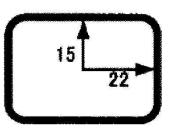
- 2: 신호 출력부
- 3: 송신 안테나
- 4: 모니터 회로부
- 5: 보정 회로부
- 6, 7: 저항
- 11: 신호원
- 12: 출력 임피던스
- 13: 안테나 코일
- 14: 병렬 가변 콘덴서
- 15: 직렬 콘덴서
- 16, 17: DC 제거용 콘덴서
- 21: 모니터 저항
- 22: 비교기
- 23: 참조 전원
- 24: 에러 증폭기
- 25: 전환 스위치

도면

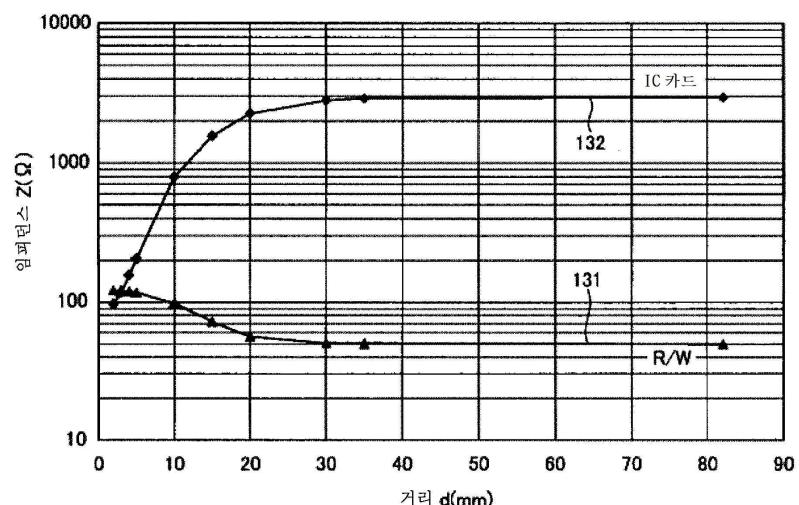
도면1



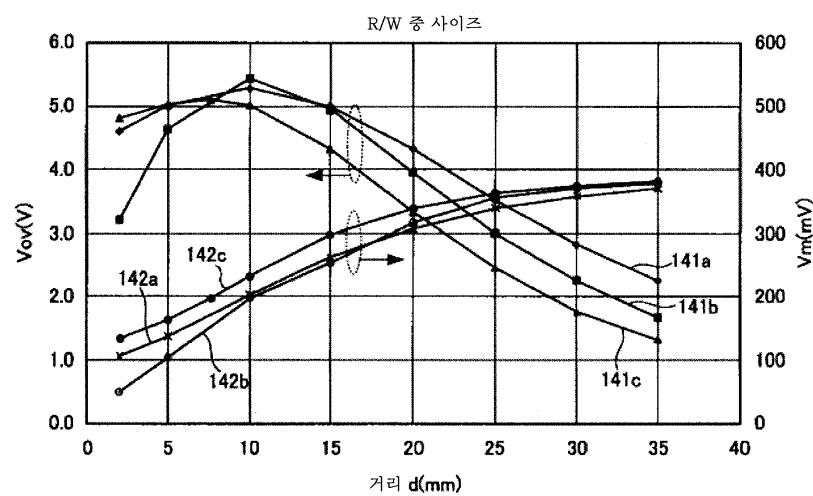
## 도면2

	대 사이즈 (mm)	중 사이즈 (mm)	소 사이즈 (mm)
수신 안테나 (IC 카드)			
송신 안테나 (R/W)			

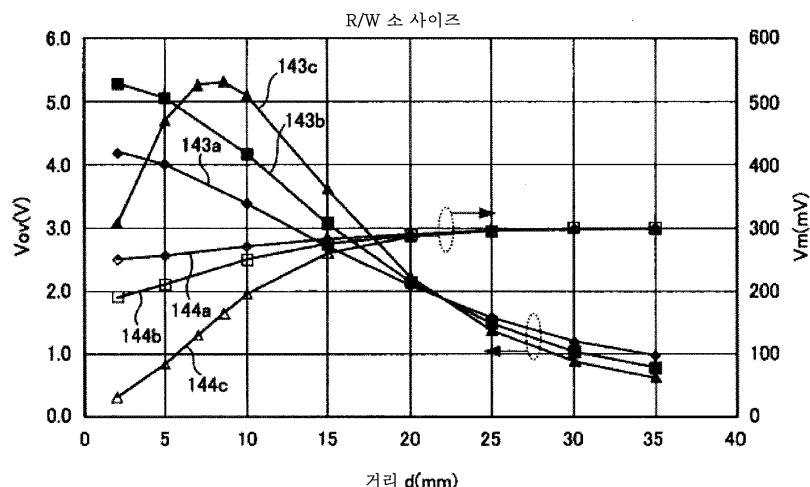
## 도면3



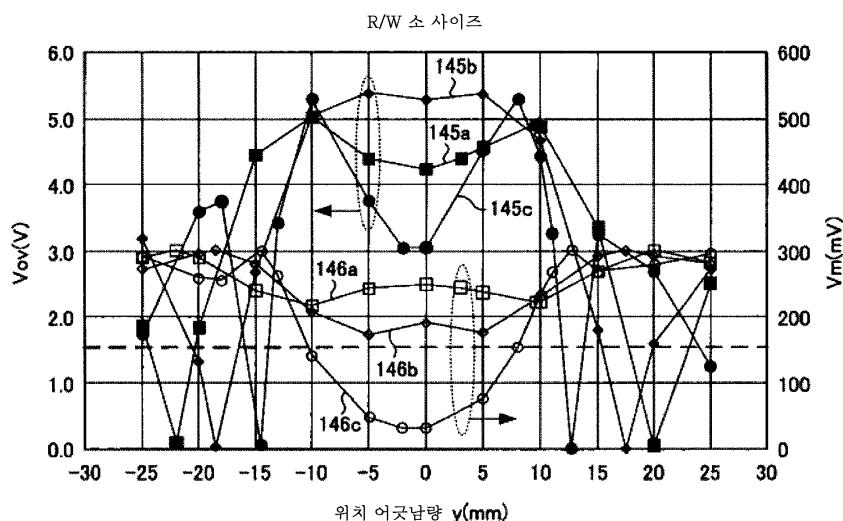
## 도면4



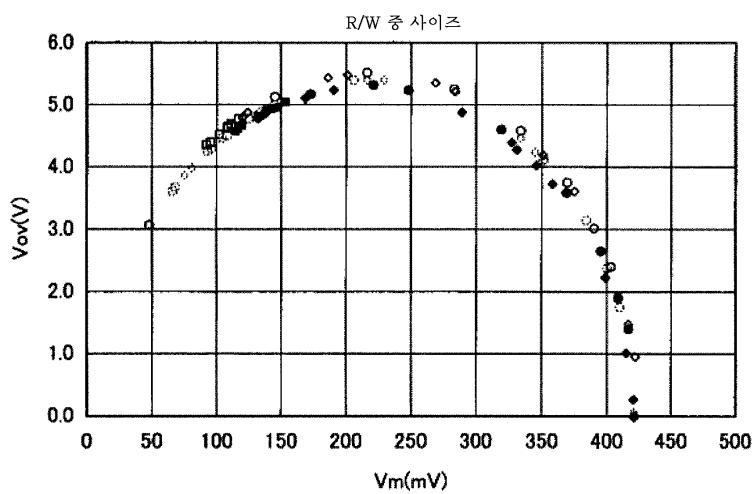
## 도면5



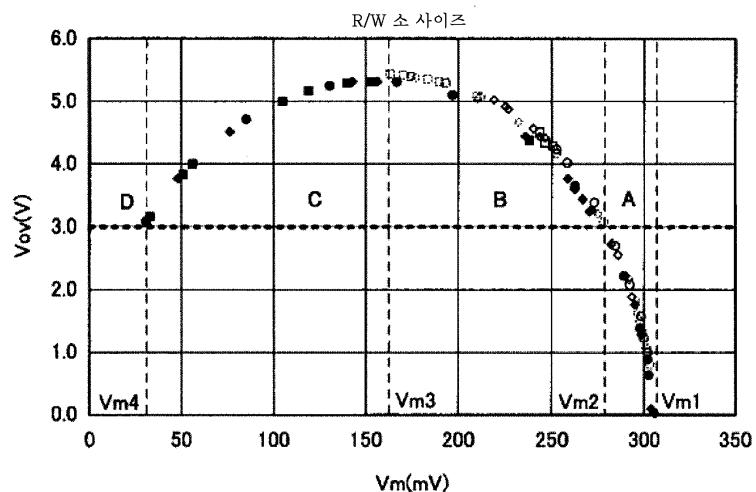
## 도면6



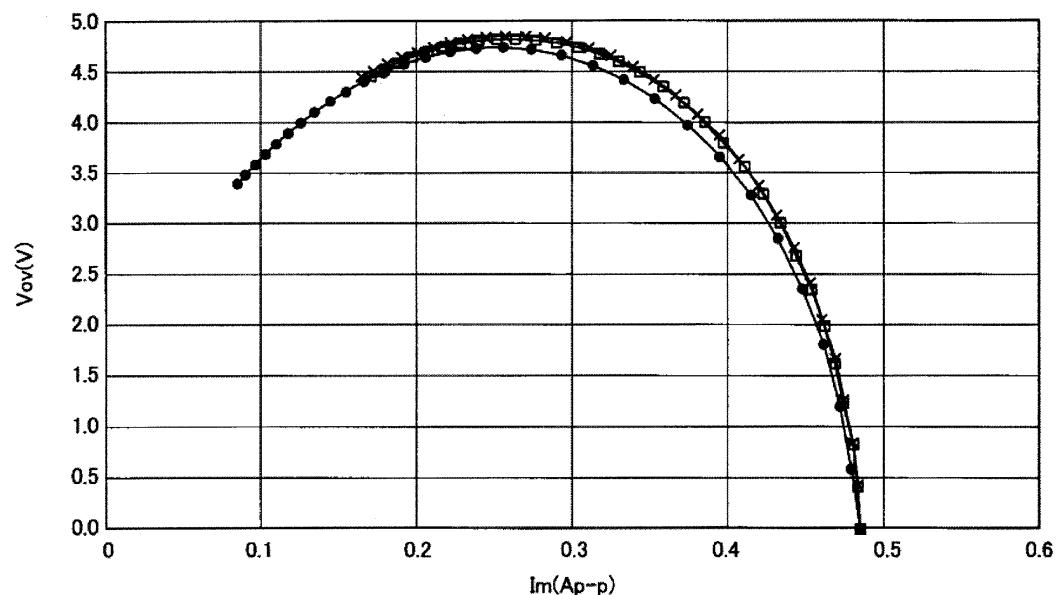
## 도면7



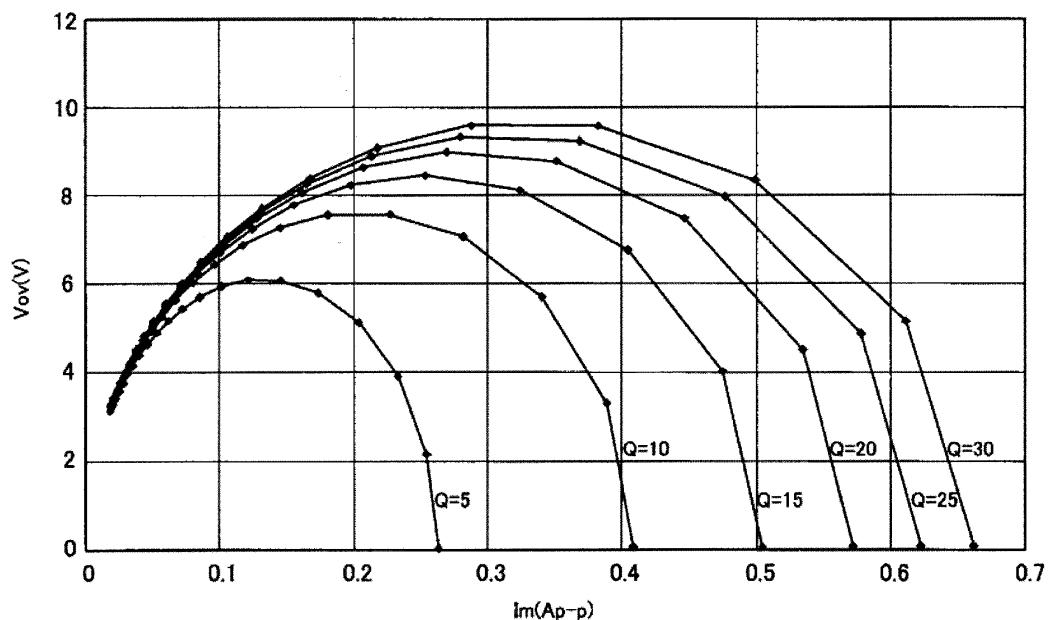
## 도면8



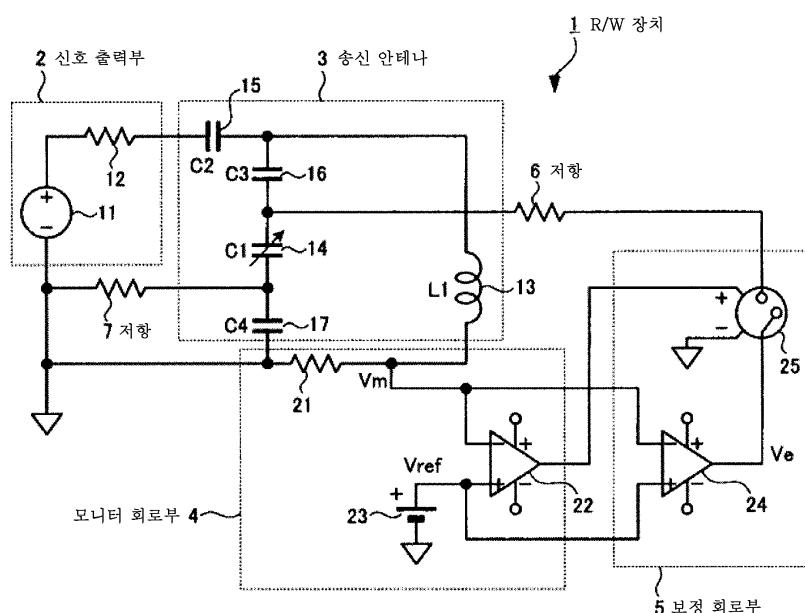
## 도면9



도면10

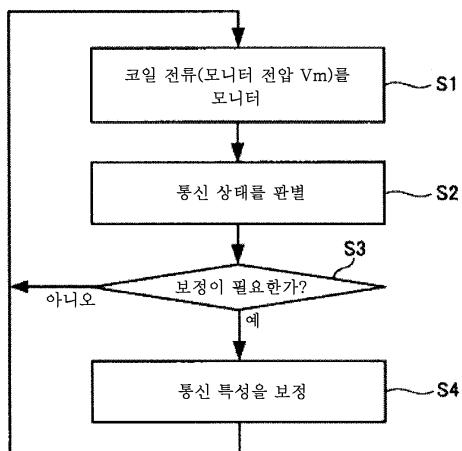


도면11

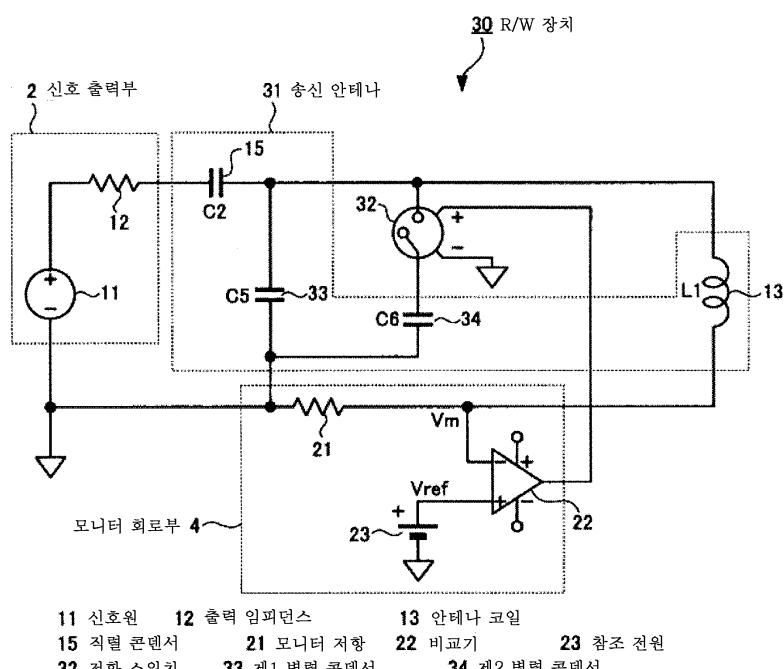


- |           |                  |           |              |
|-----------|------------------|-----------|--------------|
| 11 신호원    | 12 출력 임피던스       | 13 안테나 코일 | 14 병렬 가변 콘덴서 |
| 15 직렬 콘덴서 | 16,17 DC 제거용 콘덴서 | 21 모니터 저항 |              |
| 22 비교기    | 23 참조 전원         | 24 에러 증폭기 | 25 전환 스위치    |

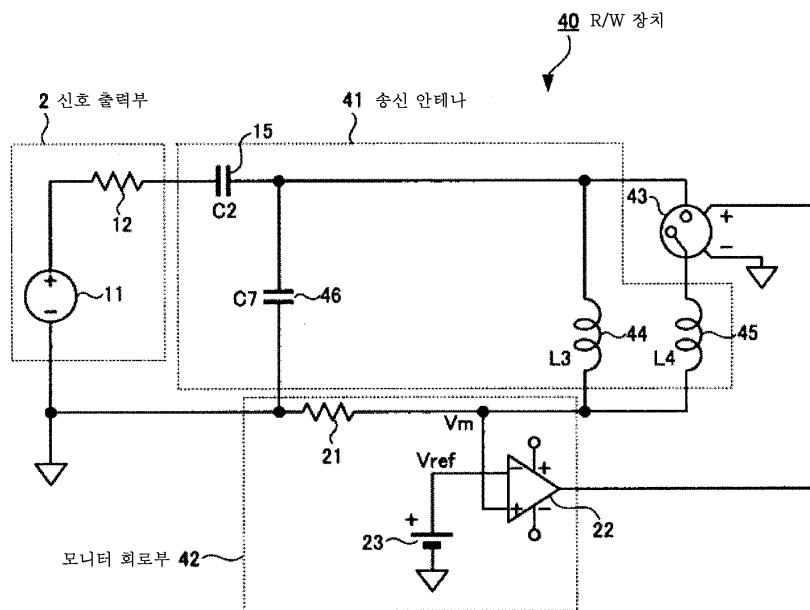
## 도면12



## 도면13

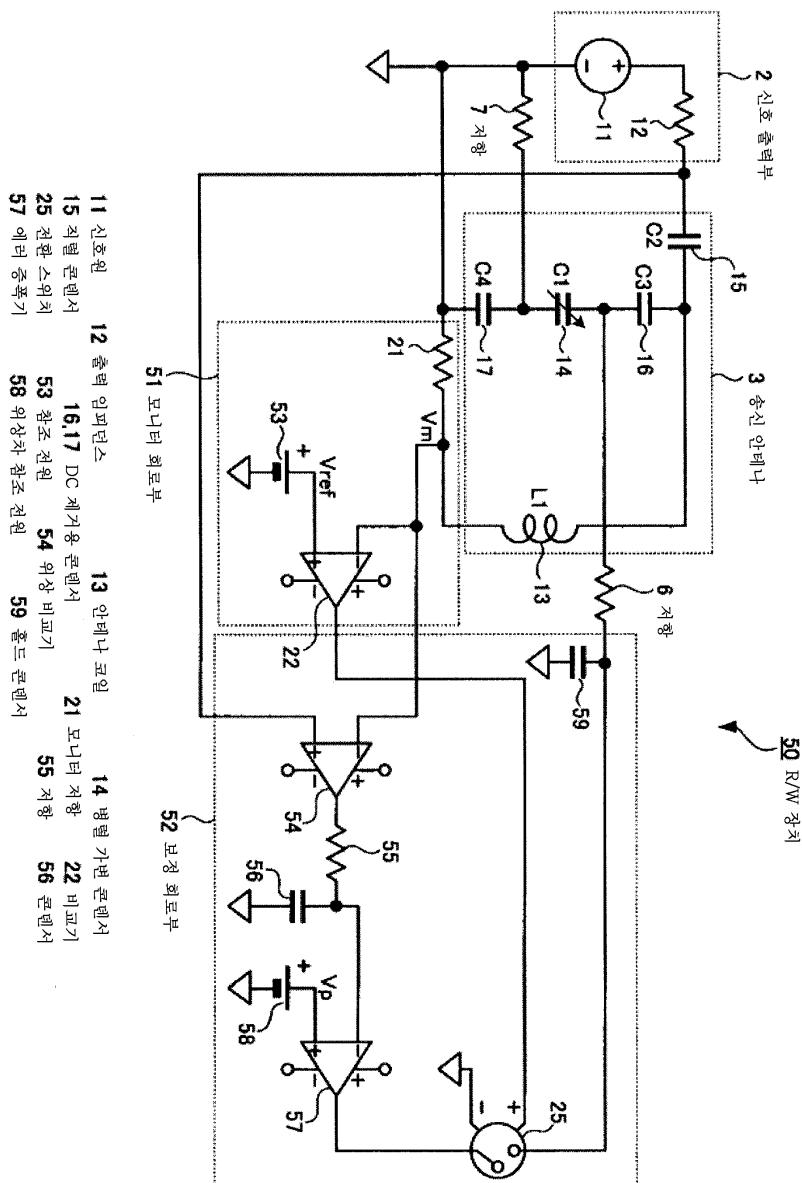


## 도면14

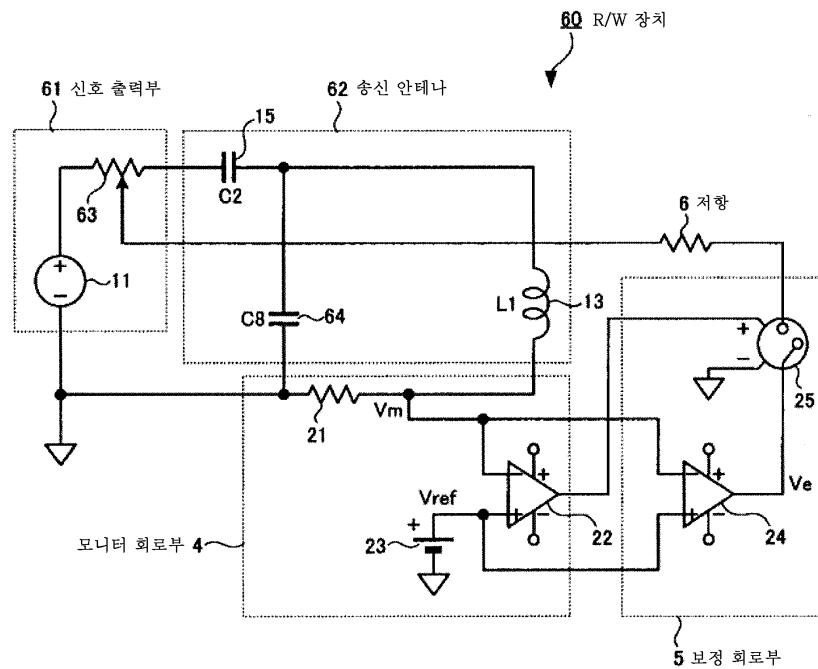


11 신호원	12 출력 임피던스	15 직렬 콘덴서
21 모니터 저항	22 비교기	23 참조 전원
44 제1 안테나 코일	45 제2 안테나 코일	46 병렬 콘덴서

## 도면15

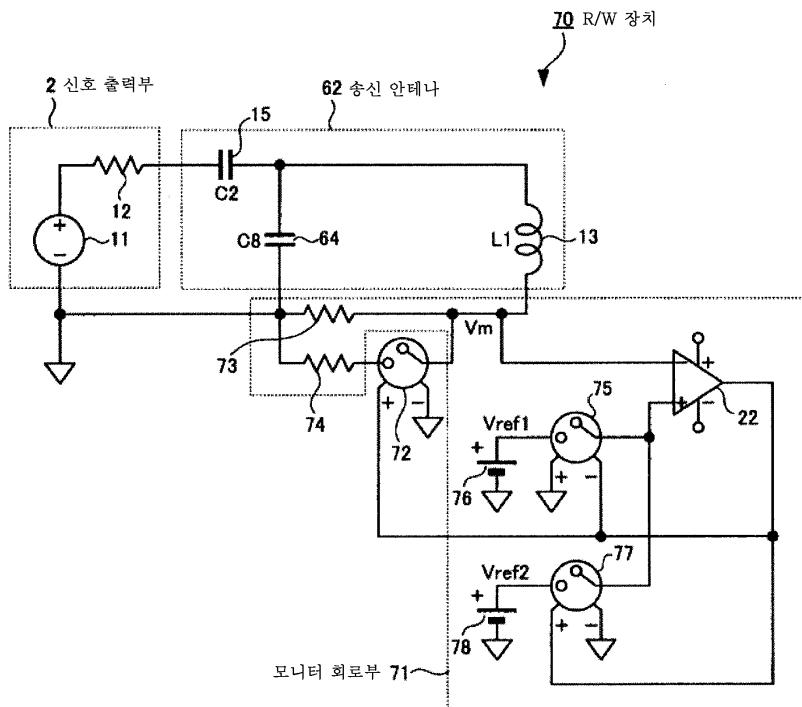


## 도면16



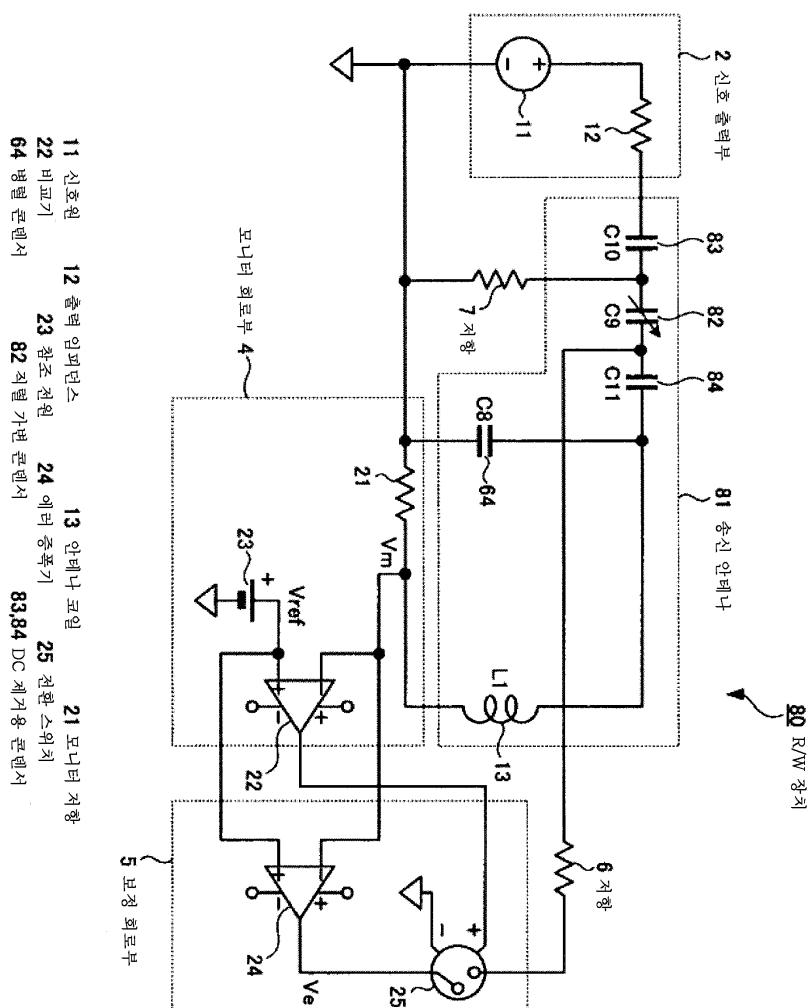
11 신호원	13 안테나 코일	15 직렬 콘덴서	21 모니터 저항
22 비교기	23 참조 전원	24 에러 증폭기	25 전환 스위치
63 가변 출력 임피던스	64 별렬 콘덴서		

## 도면17



11 신호원	12 출력 임피던스	13 안테나 코일	15 직렬 콘덴서
22 비교기	64 별렬 콘덴서	72 전환 스위치	73 제1 모니터 저항
74 제2 모니터 저항	75 제1 전원 스위치	76 제1 참조 전원	
77 제2 전원 스위치	78 제2 참조 전원		

## 도면18



- |           |              |                  |           |
|-----------|--------------|------------------|-----------|
| 11 신호원    | 12 출력 임피던스   | 13 안테나 케이블       | 21 모니터 저항 |
| 22 비교기    | 23 차조 천율     | 24 이너 증폭기        | 25 전환 스위치 |
| 64 복렬 클렌서 | 82 저류 가변 컨센서 | 83,84 DC 세기용 컨센서 |           |