



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2008-0023630
(43) 공개일자 2008년03월14일

(51) Int. Cl.

H04B 5/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2007-0081693

(22) 출원일자 2007년08월14일

심사청구일자 없음

(30) 우선권주장

JP-P-2006-00245615 2006년09월11일 일본(JP)

JP-P-2007-00148673 2007년06월04일 일본(JP)

(71) 출원인

소니 가부시끼 가이샤

일본국 도쿄도 미나토구 코난 1-7-1

(72) 발명자

와시로 타카노리

일본 도쿄 미나토-구 코난 1-7-1 소니 가부시끼
가이샤내

(74) 대리인

신관호

전체 청구항 수 : 총 13 항

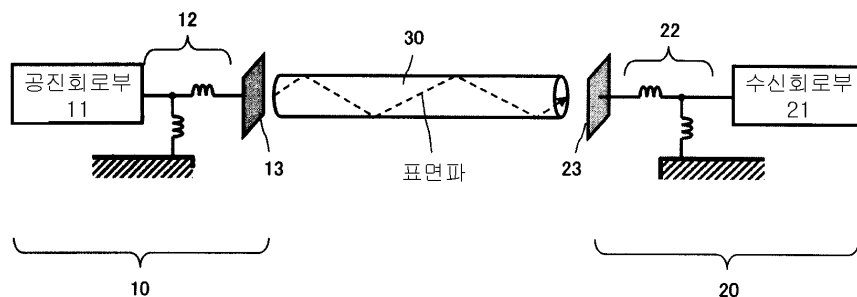
(54) 통신 시스템 및 통신장치

(57) 요약

정전 결합하는 송수신기의 전극간의 거리를 확장하고, 송수신기간의 배치나 통신장치의 디자인을 유연하게 한다.

송신기측의 결합 전극으로부터 방사되는 전자파 중 표면파를, 유전체나 자성체로 이루어지는 선모양의 부재로 이루어지는 표면파 전송선로의 내부 및 표면을 통하여 효율적으로 전달한다. 송신기와 수신기의 결합 전극끼리를 비교적 긴 거리로 분리해도 데이터 통신을 행할 수 있다. 결합 전극으로부터 방사되는 표면파를 표면파 전송선로에 의하여, 이용하기 쉬운 위치까지 유도할 수 있고, 전극간을 밀착시킬 필요는 없어지는 동시에, 부품의 실장이나 케이스의 레이아웃 설계의 자유도가 더한다.

대표도 - 도3



특허청구의 범위

청구항 1

데이터를 전송하는 고주파 신호를 생성하는 송신 회로부와 이 고주파 신호를 정전 자계로서 송출하는 고주파 결합기를 갖춘 송신기와,

고주파 결합기와, 이 고주파 결합기로 수신한 고주파 신호를 수신 처리하는 수신 회로부를 갖춘 수신기와,

상기 송신기측의 고주파 결합기로부터 방사되는 표면파를 낮은 전반(傳搬)ロス(loss)로 전송하는 표면파 전송선을 제공하는 표면파 전반수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기의 고주파 신호는, 초광대역을 사용하는 UWB신호인 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

청구항 3

제 1항에 있어서,

상기 표면파 전송선로는, 공기의 유전율(ϵ_0) 보다도 큰 유전율(ϵ)을 가지는 유전체로 구성되는 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

청구항 4

제 3항에 있어서,

상기 표면파 전송선로는, 안쪽만큼 보다 큰 유전율을 가지는 유전체로 구성되는 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

청구항 5

제 3항에 있어서,

상기 표면파 전송선로를 한층 더 유전율이 낮은 다른 유전체 안에 매설하는 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

청구항 6

제 1항에 있어서,

상기 표면파 전송선로는, 공기의 투자율(μ_0) 보다도 큰 투자율(μ)을 가지는 자성체로 구성되는 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

청구항 7

제 6항에 있어서,

상기 표면파 전송선로는, 안쪽만큼 보다 큰 투자율을 가지는 자성체로 구성되는 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

청구항 8

제 6항에 있어서,

상기 표면파 전송선로를 한층 더 투자율이 낮은 다른 자성체 안에 매설하는 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

청구항 9

제 1항에 있어서,

상기 표면파 전송선로는, 도중에 분리된 복수의 유전체(혹은 자성체)로 구성되는 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

템.

청구항 10

제 1항에 있어서,

상기 수신기는, 상기 고주파 결합기에 의해 수신한 고주파 신호를 정류하고, 전력을 생성하는 것을 특징으로 하는 통신 시스템.

청구항 11

장치 케이스와,

상기 장치 케이스에 수용된, 데이터를 전송하는 고주파 신호의 처리를 행하는 통신 회로부와, 상기 통신 회로부로부터 출력되는 고주파 신호를 소망의 주파수로 공진시키는 공진부 및 중앙 부근에서 상기 공진부를 접속한 결합용 전극과,

상기 결합용 전극의 정면에 이 전극면과 거의 수직인 방향으로 배치된 표면과 전송선로를 갖추고,

상기 표면과 전송선로는, 상기 결합용 전극의 정면의 근방에서 발생하는 전자계를 포착하고, 표면파로서 이 선로 내부를 전달시키는 것을 특징으로 하는 통신장치.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 표면과 전송선로는, 상기 결합용 전극으로부터 방사된 표면파를 파악하고 상기 케이스 표면의 소망하는 부위까지 유도하는 것을 특징으로 하는 통신장치.

청구항 13

제 11항에 있어서,

상기 공진부는, 직렬인덕터 및 병렬인덕터를 갖추는 것을 특징으로 하는 통신장치.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은, 정보기기 사이에서 대용량의 데이터 통신을 행하는 통신 시스템에 관한 것이며, 특히, 정보기기 사이에서 정전계(준정전계) 혹은 유도 전계를 이용하여 다른 통신 시스템과의 간섭이 없는 데이터 통신을 행하는 통신 시스템에 관한 것이다.
- <2> 더 상세하게는, 본 발명은, 고주파 신호를 전계 결합에 의해 대용량 전송을 실현하는 통신 시스템에 관계되는, 특히, 전계 결합하는 송수신기의 전극간의 거리를 확장하고, 송수신기 사이의 배치나 통신장치의 디자인을 유연하게 하는 통신 시스템에 관한 것이다.

배경 기술

- <3> 최근, 화상이나 음악 등의 데이터를 PC와의 사이에서 교환하는 등, 소형의 정보기기 사이에서 데이터를 이동할 때, AV(Audio Visual) 케이블이나 USB(Universal Serial Bus) 케이블 등의 범용 케이블로 상호 접속한 데이터 통신이나 메모리 카드 등의 미디어를 매개로 하는 방법에 대신하여, 무선 인터페이스를 이용하는 것이 증가해 오고 있다. 후자에 의하면, 데이터 전송할 때에 커넥터를 갈아끼우는 작업을 하여 케이블을 끌고 다닐 필요가 없어, 사용자의 편리성이 높다. 각종 케이블레스 통신 기능을 탑재한 정보 기기도 많이 출현하고 있다.
- <4> 소형기기 사이에서 케이블레스에 의해 데이터 전송을 행하는 방법으로서 IEEE802.11로 대표되는 무선 LAN(Local Area Network)나 Bluetooth(등록상표) 통신을 비롯하여, 안테나를 이용하여 무선신호의 송수신을 행하는 전파 통신 방식이 개발되고 있다. 예를 들면, 그림부를 파지한 손에 의해 덮는 것을 피한 위치에 내장 안테나가 내장되며, 내장 안테나가 손으로 덮이지 않고 올바른 화상 데이터가 수신되기 때문에, 장치 내부에 무선

통신용의 안테나를 배치했다고 해도, 안테나가 본래 가지는 특성이 그대로 발휘되는 가반형 화상 기록 장치에 대하여 제안이 이루어지고 있다(예를 들면, 특허 문헌 1을 참조).

- <5> 종래의 무선통신 시스템의 상당수는 전파 통신 방식을 채용한 것이며, 공중선(안테나)에 전류를 흘렸을 때에 발생하는 방사 전계를 이용하여 신호를 전반(傳搬)시키는 것이다. 이 경우, 송신기측에서는 통신 상대가 있는지에 상관없이 전파를 방출하므로, 근린의 통신 시스템에 대한 방해 전파의 발생원으로 되어 버린다고 하는 문제가 있다. 또, 수신기측의 안테나는, 송신기로부터의 소망파 뿐만 아니라, 먼 곳으로부터 도래한 전파도 수신하므로, 주위의 방해 전파의 영향을 받기 쉽고, 수신감도 저하의 원인이 된다. 또, 통신 상대가 복수 존재하는 경우에는, 그 중에서 소망의 통신 상대를 선택하기 위해 복잡한 설정을 행할 필요가 있다. 예를 들면, 좁은 범위에서 복수 조(組)의 무선기가 무선통신을 행하는 경우는, 서로 간섭을 회피하기 위해서, 주파수 선택 등의 분할 다중을 행하여 통신을 행할 필요가 있다. 또, 전파는 편파의 방향이 직교하면 통신할 수 없기 때문에, 송수신기 사이에서는 서로 안테나의 편파방향이 갖추어져 있을 필요가 있다.
- <6> 예를 들면, 수밀리~수센티미터라고 하는 지근거리에서의 비접촉 데이터 통신시스템을 생각했을 경우, 근거리에서는 송수신기가 강하게 결합하는 한편, 다른 시스템으로의 간섭을 회피하기 위해 원거리까지 신호가 도래하지 않는 것이 바람직하다. 또, 데이터 통신하는 기기끼리를 지근 거리에 접근시켰을 때의 서로 자세(방향)에 의존하지 않고, 결합하는 것, 즉 지향성이 없는 것이 바람직하다. 또, 대용량 데이터 통신을 행하려면, 광대역 통신이 가능하다고 하는 것이 바람직하다.
- <7> 무선통신에는, 상기의 방사 전계를 이용한 전파 통신 이외에도, 정전계나 유도 전계 등을 이용한 통신 방식을 들 수 있다. 예를 들면, 주로 RFID(Radio Frequency IDentification)에 이용되고 있는 기존의 비접촉 통신 시스템에서는, 전계 결합 방식이나 전자 유도 방식이 적용되고 있다. 정전계나 유도 전계는 발생원으로부터의 거리에 대하여, 각각 거리의 3승 및 2승에 반비례한다. 따라서, 이런 종류의 비접촉 통신 시스템은, 전송 신호는 거리에 따라 험난하게 감쇠하므로, 통신 상대가 근처에 존재하지 않을 때에는 결합 관계가 생기지 않기 때문에, 다른 통신 시스템을 방해하지는 않는다. 또, 먼 곳으로부터 전파가 도래해와도, 결합기(커플러)가 전파를 수신하지 않기 때문에, 다른 통신 시스템으로부터의 간섭을 받지 않아도 된다.
- <8> 예를 들면, 복수의 통신 보조체간에 RFID 태그가 위치하도록 배치한 통신 보조체 조(組)를 형성하고, 통신 보조체간에 끼우도록 복수의 상품에 붙여진 RFID 태그를 배치함으로써, RFID 태그가 서로 겹친 상태여도, 정보가 안정된 독해·기입이 가능하게 되며, RFID 태그·시스템에 대하여 제안이 이루어지고 있다(예를 들면, 특허 문헌 2를 참조).
- <9> 또, 장치 본체와 이 장치 본체를 신체에 장착하기 위한 장착 수단을 갖추는 동시에, 안테나·코일과 이 안테나·코일을 통과하여 외부의 통신장치와 비접촉으로 데이터 통신을 행하는 데이터 통신수단을 갖추고, 장치 본체의 상부에 설치된 아우터 케이스에 안테나·코일과 데이터 통신 수단을 배치하고, 유도 자계를 이용한 데이터 통신장치에 대하여 제안이 이루어지고 있다(예를 들면, 특허 문헌 3을 참조).
- <10> 또, 휴대정보기기에 삽입되는 메모리 카드에 외부 기기와 데이터 통신을 행하기 위한 안테나·코일을 탑재하고, 휴대정보기기의 메모리 카드 삽입구의 외측에 RFID의 안테나·코일이 배치되는 구조로서, 휴대성을 해치지 않고 통신거리를 확보한 RFID를 가지는 휴대 전화기에 대하여 제안이 이루어지고 있다(예를 들면, 특허 문헌 4를 참조).
- <11> 정전계나 유도 전계를 이용한 종래의 RFID시스템은, 저주파신호를 이용하고 있기 때문에 통신 속도가 늦고, 대량의 데이터 전송에는 적합하지 않았다. 이것에 대하여, 본 발명자들은, 고주파 신호를 전계 결합으로 전송함으로써, 대용량 전송이 가능하다고 생각하고 있다.
- <12> 그렇지만, 방사 전계의 전계 강도가 거리에 반비례하고 완만하게 감쇠하는데에 대하여, 유도 전계나 정전계의 전계 강도는 각각 거리의 2승 및 3승에 반비례하고 급준하게 감쇠한다, 즉 통신 거리에 의한 신호의 감쇠가 크다. 또, 파장에 대한 전반거리의 크기에 따라 전반손실이 생기기 때문에, 전계 결합에 의해 고주파 신호를 전반(傳搬)할 때, 전극간 거리에 따른 전반손실의 문제가 현저하게 된다. 이 때문에, 송신기와 수신기의 결합용 전극 사이를 가능한 한 밀착시킬 필요가 있다. 결합용 전극끼리를 충분히 접근하려면, 전극 사이에서 미묘한 위치 맞춤을 행할 필요가 있고, 데이터 통신중은 그 위치를 보관 유지해야 하며, 사용자가 사용하기에 편리하지 않다. 또, 긴 거리에서는, 송수신기간에 직접 통신을 행할 수 없다.
- <13> 또, 결합용 전극을 통신장치의 케이스 내에 실장 할 때, 데이터 통신시의 전극간 거리를 작게 하려면 전극을 가능한 한 케이스의 외측에 배치할 필요가 있고, 케이스 설계에 있어서 레이아웃의 자유도가 제한되어 버린다.

물론, 결합용 전극은, 소형이며 저비용인 것이 바람직하다.

- <14> [특허 문헌 1]특개 2006-106612호 공보
- <15> [특허 문헌 2]특개 2006-60283호 공보
- <16> [특허 문헌 3]특개 2004-214879호 공보
- <17> [특허 문헌 4]특개 2005-18671호 공보

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <18> 본 발명의 목적은, 정보기기 사이에서 정전계 혹은 유도 전계를 이용하여 다른 통신 시스템과의 간섭이 없는 데이터 통신을 행할 수 있는, 뛰어난 통신 시스템을 제공하는 것에 있다.
- <19> 본 발명의 또 다른 목적은, 고주파 신호를 정전계 혹은 유도 전계를 이용한 통신 방식에 의하여 대용량 데이터 전송을 실현할 수 있는, 뛰어난 통신 시스템을 제공하는 것에 있다.
- <20> 본 발명의 또 다른 목적은, 송수신기의 결합용 전극간의 거리를 확장하고, 송수신기간의 배치나 통신장치의 디자인을 유연하게 할 수 있는, 뛰어난 통신 시스템을 제공하는 것에 있다.

과제 해결수단

- <21> 본 발명은, 상기 과제를 참작하여 이루어진 것이며, 데이터를 전송하는 고주파 신호를 생성하는 송신 회로부와, 이 고주파 신호를 정전 자계로서 송출하는 고주파 결합기를 갖춘 송신기와,
- <22> 고주파 결합기와, 이 고주파 결합기로 수신한 고주파 신호를 수신 처리하는 수신 회로부를 갖춘 수신기와,
- <23> 상기 송신기측의 고주파 결합기로부터 방사되는 표면파를 낮은 전반손실로 전송하는 표면파 전송선로를 제공하는 표면파 전반수단을 구비하는 것을 특징으로 하는 통신 시스템이다.
- <24> 단, 여기서 말하는 「시스템」이란, 복수의 장치(또는 특정 기능을 실현하는 기능 모듈)가 논리적으로 집합한 것을 말하고, 각 장치나 기능 모듈이 단일 케이스내에 있는지 아닌지는 특별히 문제삼지 않는다(이하, 동일).
- <25> 화상이나 음악 등의 데이터를 PC와의 사이에서 교환하는 등, 소형의 정보 기기 사이에서의 데이터 전송을 케이블로 행할 수 있으면, 사용자의 편리성이 높아진다. 그렇지만, 무선 LAN으로 대표되는 많은 무선통신 시스템에서는, 안테나에 전류를 흘렸을 때에 발생하는 방사 전계를 이용하므로, 통신 상대가 있는지 어딘지에 상관 없이 전파가 방출되어 버린다. 또, 방사 전계는 안테나로부터의 거리에 반비례하고 완만하게 감쇠하므로, 비교적 먼 곳까지 신호가 도달해 버린다. 이 때문에, 근린의 통신 시스템에 대한 방해 전파의 발생원으로 되는 동시에, 수신기측의 안테나도 주위의 방해 전파의 영향으로 수신 감도가 저하한다. 요컨대, 전파 통신 방식으로, 지근 거리의 통신 상대에게 제한한 무선통신을 실현하는 것은 곤란하다.
- <26> 한편, 정전계나 유도 전계를 이용한 통신 시스템에서는, 통신 상대가 근처에 존재하지 않을 때에는, 결합 관계가 생기지 않는다. 또, 유도 전계나 정전계의 전계 강도는 각각 거리의 2승 및 3승에 반비례하고 급준하게 감쇠한다. 즉, 불필요한 전계가 발생하지 않고, 한편, 전계가 먼 곳까지 도달하지 않기 때문에, 다른 통신 시스템을 방해하는 것은 아니다. 또, 먼 곳으로부터 전파가 도래해 와도, 결합용 전극은 전파를 수신하지 않기 때문에, 다른 통신 시스템으로부터의 간섭을 받지 않아도 된다.
- <27> 또, 정전계나 유도 전계를 이용한 종래의 비접촉 통신 시스템에서는 저주파 신호를 이용하기 위해 대량의 데이터 전송에는 적합하지 않았지만, 본 발명자들은, 고주파 신호를 이용하는 것으로, 이런 종류의 비접촉 통신 시스템에 있어서도 대용량 데이터 전송이 가능하다고 생각하고 있다.
- <28> 그런데, 유도 전계나 정전계의 전계 강도는 각각 거리의 2승 및 3승에 반비례하고 험난하게 감쇠하고, 한층 더 고주파 신호를 이용하면 단파장이기 때문에 전반손실이 크다고 하는 문제가 있다. 이 때문에, 송신기와 수신기의 결합용 전극사이를 가능한 한 밀착시킬 필요가 있고, 긴 거리에서의 통신을 행할 수 없다. 또, 결합용 전극끼리를 충분히 근접시키기 위해서는, 전극 사이에서 미묘한 위치 맞춤을 행할 필요가 있고, 또한, 데이터 통신 중은 그 위치를 보관 유지해야 하기 때문에, 사용자가 사용하기 편리하지 않다.
- <29> 그래서, 본 발명에 관계되는 통신 시스템은, 고주파 신호를 전계 결합에 의해 전송하는 통신방식을 채용하는 것

이지만, 송신기측의 결합용 전극으로부터 방사되는 표면파를 표면과 전반수단이 전달함으로써, 송수신기의 전극 끼리를 충분히 접근시키거나, 미묘한 위치 맞춤을 행하거나 하지 않고, 데이터 전송이 가능해지도록 구성되어 있다.

<30> 표면과 전반수단은, 예를 들면, 유전체나 자성체로 이루어지는 선모양의 부재로 이루어지는 표면과 전송선로로 구성되며, 송신기측의 결합용 전극으로부터 방사되는 전자파(電磁波) 중 세로파의 진행 방향에 따라 배치되어 있다. 이와 같은 표면과 전송선로는, 표면파를 전송선로의 내부 및 표면을 통하여 효율적으로 전반 하므로, 표면과 전송선로를 배치하지 않는 자유 공간상에서 표면파를 전반하는 경우에 비하면, 송수신기의 결합기간에 표면과 전송선로가 개재함으로써 전반손실을 저감할 수 있다. 또, 비접촉 전송을 행할 때에, 사용자는 송수신기 끼리 서로 결합용 전극 사이를 직접 밀착시킬 필요는 없어진다.

<31> 표면과 전송선로는, 예를 들면, 공기의 유전율(ϵ_0) 보다 큰 유전율(ϵ)을 가지는 유전체로 구성되어 있다. 이러한 경우, 유전체의 표면파는 경계면에 평행하게 진행되는 동시에, 경계면에서는 완전 반사가 일어난다. 따라서, 유전체 내부에 표면파를 적당한 각도로 입사시키면, 2개의 경계에서 반사를 반복하여 표면파가, 손실 없이 효율적으로 전반된다.

<32> 상기 표면과 전송선로는, 유전율이 높은 유전체의 표면을, 더욱 유전율이 낮은 다른 유전체 층으로 덮는다고 하는 상태로, 안쪽만큼 보다 큰 유전율을 가지는 유전체로 구성하도록 해도 좋다. 이러한 경우, 표면과 전송선로를 전반하는 도상(塗上)에 있어서 표면파가 투과파로서 외부에 방사되는 비율을 억제하고, 보다 효율적으로 신호를 전달할 수 있다. 예를 들면, 상기 표면과 전송선로를 더욱 유전율이 낮은 다른 유전체로 이루어지는 랙(rack) 안에 매설하도록 해도 좋다.

<33> 혹은, 표면과 전송선로를, 예를 들면, 공기의 투자율(μ_0) 보다 큰 투자율(μ)을 가지는 자성체로 구성할 수 있다. 이러한 경우, 자성체의 표면파는 경계면에 평행하게 진행되는 동시에, 경계면에서는 완전 반사가 일어난다. 따라서, 자성체 내부에 표면파를 적당한 각도로 입사 시키면, 2개의 경계에서 반사를 반복하여 표면파가, 손실되지 않고 효율적으로 전반된다.

<34> 상기 표면과 전송선로는, 투자율이 높은 자성체의 표면을, 더욱 투자율이 낮은 다른 자성체 층으로 덮는다고 하는 상태로, 안쪽만큼 보다 큰 투자율을 가지는 유전체로 구성함으로써, 표면과 전송선로를 전반하는 도상에 있어 표면파가 투과파로서 외부에 방사되는 비율을 억제하고, 효율적으로 신호를 전달할 수 있다. 예를 들면, 상기 표면과 전송선로를 더욱 투자율이 낮은 다른 자성체로 이루어지는 랙 안에 매설하도록 해도 좋다.

<35> 또, 표면과 전송선로는, 1개의 유전체(혹은 자성체)가 아닌 도중에 분리된 복수의 유전체(혹은 자성체)로 구성할 수도 있다. 즉, 표면과 전송선로의 도중을 전기적으로 분리하고 비접촉 상태로 이용할 수 있으므로, 기기간이나 기기와 부재 사이가 물리적인 접점을 가지지 않는 비접촉 통신으로서 적용할 수 있다. 이러한 경우, 분리된 유전체(혹은 자성체)끼리는 접촉하고 있지 않아도 좋지만, 손실을 작게 억제하기 위해서는 유전체(혹은 자성체)의 간격은 작고, 신호가 전달하는 면끼리가 대향하여 마주보는 위치에 놓여 지는 것이 바람직하다.

<36> 또, 통신기 내의 주요 기관상에 송수신 회로부와 결합용 전극이 탑재된 케이스내의 레이아웃에서는, 케이스 안쪽 깊이 수용된 전극 앞에 아무것도 놓여 지지 않은 경우에는, 전극으로부터 방사된 신호는 케이스내의 공기층에서 분산하여 잃어버리게 된다. 이것에 대하여, 결합용 전극의 정면에 표면과 전송선로로 되는 유전체 또는 자성체를 설치하고, 결합용 전극으로부터 방사한 전자계 신호를 표면과 전송선로에 의하여 케이스 표면까지 유도하는 것으로, 효율적인 신호의 전달이 가능하게 된다.

<37> 여기서, 상기 송신기는, 상기 송신 회로부가 생성하는 고주파 신호를 전송하는 고주파 신호 전송로를, 소정의 주파수로 공진(共振)하는 공진부를 통하여 상기 고주파 결합기의 전극의 거의 중앙에 접속하고 있다. 또, 상기 수신기는, 상기 고주파 결합기의 전극의 거의 중앙에 있어서, 소정의 주파수로 공진하는 공진부를 통하여, 상기 수신 회로부로 고주파 신호를 전송하는 고주파 신호 전송로를 접속하고 있다.

<38> 상기 공진부는, 집중 정수회로로 구성할 수 있다. 구체적으로는, 상기 공진부는, 상기 고주파 전송선로의 신호선과 그라운드 사이에 접속되는 병렬인덕터와, 상기 고주파 전송선로의 신호선과 전극 사이에서 접속되는 직렬인덕터로 구성된다. 혹은, 상기 공진부는, 분포 정수 회로로 구성할 수 있다. 구체적으로는, 결합기를 탑재하는 프린트 기관상에 사용 파장에 의존하는 길이를 가지는 도체 패턴(「스터브(stub)」라고도 부른다)을 형성하고, 이것이 공진부로서 작용한다.

효 과

- <39> 본 발명에 의하면, 정보기기 사이에서 정전계 혹은 유도 전계를 이용하여 다른 통신 시스템과의 간섭이 없는 데이터 통신을 행할 수 있는, 뛰어난 통신 시스템을 제공할 수 있다.
- <40> 또, 본 발명에 의하면, 고주파 신호를 정전계 혹은 유도 전계를 이용한 통신 방식에 의하여 대용량 데이터 전송을 실현할 수 있는, 뛰어난 통신 시스템을 제공할 수 있다.
- <41> 또, 본 발명에 의하면, 송수신기의 결합용 전극간의 거리를 확장하고, 송수신기 사이의 배치나 통신장치의 디자인을 유연하게 할 수 있는, 뛰어난 통신 시스템을 제공할 수 있다.
- <42> 본 발명에 관계되는, 통신 시스템에서는, 송신기측의 결합 전극으로부터 방사되는 표면파를 표면파 전반수단이 낮은 전반손실로 효율적으로 전달하기 때문에, 데이터 통신을 행할 때에 사용자는 송수신기끼리 서로 결합용 전극 사이를 직접 밀착시킬 필요는 없어지며, 긴 거리에서도 전계 결합에 의한 데이터 통신이 가능하다.
- <43> 또, 본 발명에 관계되는 통신 시스템에 의하면, 전계 결합하는 전극끼리를 충분히 접근하기 위해서 전극 사이에서 미묘한 위치 맞춤을 행할 필요는 없어지며, 한층 더 통신장치의 케이스내에 전극을 케이스의 외측에 배치할 필요는 없어지므로, 케이스의 레이아웃 설계의 자유도가 더한다.
- <44> 본 발명에 관계되는 통신 시스템에 의하면, 송수신기의 결합용 전극과 표면파 전반수단이 제공하는 표면파 전송선로의 사이나, 표면파 전송선로 도중을 분리하여 비접촉 상태로 이용할 수 있으므로, 기기간이나 기기와 부재 사이가 물리적인 접촉을 가지지 않는 비접촉 통신으로서 적용할 수 있다.
- <45> 또, 본 발명에 관계되는 통신장치에서는, 결합 전극으로부터 방사되는 표면파를 표면파 전송선로에 따라, 이용하기 쉬운 위치까지 유도할 수 있다. 따라서, 결합 전극을 통신장치 케이스의 외측 근처에 배치할 필요가 없어지기 때문에, 부품의 실장이나 케이스의 레이아웃 설계의 자유도가 더한다.
- <46> 본 발명의 또 다른 목적, 특징이나 이점은, 후술하는 본 발명의 실시 형태나 첨부하는 도면에 근거하여 보다 상세한 설명에 의하여 밝혀질 것이다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <47> 이하, 도면을 참조하면서 본 발명의 실시형태에 대하여 상세하게 풀이한다.
- <48> 본 발명은, 정전계 혹은 유도 전계를 이용하여 정보기기 사이에서 데이터 전송을 행하는 통신 시스템에 관한 것이다. 정전계 혹은 유도 전계에 근거하는 통신 방식에 의하면, 통신 상대가 근처에 존재하지 않을 때에는 결합 관계가 없는 전파를 방사하지 않기 때문에, 다른 통신 시스템을 방해하지 않는다. 또, 먼 곳으로부터 전파가 도래해 와도, 결합기가 전파를 수신하지 않기 때문에, 다른 통신 시스템으로부터의 간섭을 받지 않아도 된다.
- <49> 또, 안테나를 이용한 종래의 전파 통신에서는 방사 전계의 전계 강도가 거리에 반비례하는 데에 대하여, 유도 전계에서는 전계 강도가 거리의 2승으로, 정전계에서는 전계 강도가 거리의 3승으로 반비례하여 감쇠하기 때문에, 전계 결합에 근거하는 통신 방식에 의하면, 근련에 존재하는 다른 무선 시스템에 있어서 노이즈·레벨 정도로 되는 미약 무선을 구성할 수 있고, 무선국의 면허를 받을 필요가 없어진다.
- <50> 또한, 시간적으로 변동하는 정전계를 「준정전계」라고 부르기도 하지만, 본 명세서에서는 이것을 포함하여 「정전계」로 통일하여 칭하기로 한다.
- <51> 종래의 정전계 혹은 유도 전계를 이용한 통신에서는, 저주파 신호를 이용하기 위해 대량의 데이터 전송에는 적합하지 않다. 이것에 대하여, 본 발명에 관계되는 통신 시스템에서는, 고주파 신호를 전계 결합으로 전송함으로써, 대용량 전송이 가능하다. 구체적으로는, UWB(Ultra Wide Band) 통신과 같이 고주파, 광대역을 사용하는 통신방식을 전계 결합에 적용하는 것으로, 미약 무선인 동시에, 대용량 데이터 통신을 실현할 수 있다.
- <52> UWB통신은, 3.1GHz~10.6GHz라고 하는 매우 넓은 주파수대역을 사용하여, 근거리면서 100Mbps 정도의 대용량의 무선 데이터 전송을 실현할 수 있다. UWB통신은, 본래, 안테나를 이용한 전파 통신 방식으로서 개발된 통신기술이며, 예를 들면, IEEE802.15.3 등에 있어서, UWB통신의 액세스 제어 방식으로서 프리앰블(preamble)을 포함한 패킷 구조의 데이터 전송 방식이 고안되고 있다. 또, 미 인텔사는, UWB의 애플리케이션으로서 PC전용의 범용 인터페이스로서 보급되어 있는 USB의 무선판을 검토하고 있다.
- <53> 또, UWB통신은, 3.1GHz~10.6GHz라고 하는 전송 대역을 점유하지 않아도 100Mbps를 넘는 데이터 전송이 가능한

것이나 RF회로의 만들기 쉬움을 고려하고, 3.1~4.9GHz의 UWB 로 밴드(low-band)를 사용한 전송 시스템도 개발이 번성하고 있다. 본 발명자들은, UWB 로 밴드를 이용한 데이터 전송 시스템을, 모바일 기기에 탑재하는 유효한 무선통신 기술의 하나로 생각하고 있다. 예를 들면, 스토리지·디바이스를 포함한 초고속인 근거리용의 DAN(Device Area Network) 등, 근거리 영역에 있어서의 고속 데이터 전송을 실현하는 것이 가능하다.

- <54> 본 발명자들은, 정전계 혹은 유도 전계를 이용한 UWB통신 시스템에 의하면, 미약 전계에 의한 데이터 통신이 가능함과 동시에, 예를 들면 동화상이나 CD 1장분의 음악 데이터라고 하는 대용량의 데이터를 고속 또한, 단시간에 전송할 수 있다고 생각하고 있다.
- <55> 도 19에는, 정전계 혹은 유도 전계를 이용한 비접촉 통신 시스템의 구성예를 나타내고 있다. 도시의 통신 시스템은, 데이터 송신을 행하는 송신기(10)와 데이터 수신을 행하는 수신기(20)로 구성된다.
- <56> 송신기(10) 및 수신기(20)가 각각 가지는 송수신용의 전극(13 및 23)은, 예를 들면 3cm정도 이간하여 대향해서 배치되며, 전계 결합이 가능하다. 송신기측의 송신회로부(11)는, 상위 애플리케이션으로부터 송신 요구가 생기면, 송신 데이터에 근거하여 UWB신호 등의 고주파 송신신호를 생성하고, 송신용 전극(13)으로부터 수신용 전극(23)으로 신호가 전반한다. 그리고 수신기(20)측의 수신회로부(21)는 수신한 고주파 신호를 복조 및 복호 처리하고, 재현한 데이터를 상위 애플리케이션에 건네준다.
- <57> UWB통신과 같이 고주파, 광대역을 사용하는 통신 방식에 의하면, 근거리에 있어서 100Mbps 정도의 초고속 데이터 전송을 실현할 수 있다. 또, 전파 통신이 아닌 전계 결합에 의해 UWB통신을 행하는 경우, 그 전계 강도는 거리의 3승 혹은 2승에 반비례하기 때문에, 무선설비로부터 3미터의 거리에서의 전계 강도(전파의 세기)가 소정 레벨 이하로 억제하는 것으로 무선국의 면허가 불필요하게 되는 미약 무선으로 하는 것이 가능하고, 염가로 통신 시스템을 구성할 수 있다. 또, 전계 결합 방식에 의해 초근거리로 데이터 통신을 행하는 경우, 주변에 존재하는 반사물에 의해 신호의 질이 저하하지 않고, 전송로상에서 해킹의 방지나 은닉성의 확보를 고려할 필요가 없다고 하는 이점이 있다.
- <58> 한편, 파장에 대한 전반거리의 크기에 따라 전반손실이 커지기 때문에, 전계 결합에 의해 고주파 신호를 전반할 때, 전반손실을 충분히 낮게 억제할 필요가 있다. UWB 신호와 같이 고주파수의 광대역 신호를 전계 결합으로 전송하는 통신 방식으로는, 3cm정도의 초근거리 통신이어도, 사용 주파수대 4GHz에 있어서는 약 2분의 1 파장에 상당하기 때문에, 무시할 수 없는 길이이다. 특히, 고주파 회로에서는, 저주파 회로에 비하면 특성 임피던스의 문제는 보다 심각하고, 송수신기 전극간의 결합점에 있어서 임피던스 부정합에 의한 영향은 현재화(顯在化)한다.
- <59> kHz 혹은 MHz대의 주파수를 사용한 종래의 비접촉 통신에서는, 공간에서의 전반손실이 작기 때문에, 송신기 및 수신기가 전극만으로 이루어지는 결합기를 갖추고 결합 부분이 단순하게 평행 평판 콘덴서로서 동작하는 경우에도, 소량의 데이터 전송을 행할 수 있다. 이것에 대하여, GHz대의 고주파를 사용한 비접촉 통신의 경우에는, 공간에서의 전반손실이 커지기 때문에, 송수신기의 결합용 전극 사이에서 있어서 신호 반사를 억제하여 전송 효율을 향상시킬 필요가 있다. 도 19에 나타내는 통신 시스템에 있어서, 송신회로부(11)와 송신용 전극(13)을 연결하는 고주파 신호 전송로가 예를 들면 50Ω의 임피던스 정합이 취해진 동축 선로이었다고 해도, 송신측의 결합용 전극(13)과 수신측의 결합용 전극(23) 사이의 결합부에 있어서의 임피던스가 부정합이라고, 신호는 반사하여 전반손실을 일으킨다.
- <60> 그래서, 송신기(10) 및 수신기(20)의 각각 배치되는 고주파 결합기를, 도 20에 나타내는 바와 같이, 평판 모양의 결합용 전극(13, 23)과 병렬인덕터(12A, 22A), 직렬인덕터(12B, 22B)를 고주파 신호 전송로에 접속하여 구성하고 있다. 이러한 고주파 결합기를, 도 21에 나타내는 바와 같이 서로 마주 보게 하여 배치하면, 2개의 전극이 1개의 콘덴서로서 동작하고, 전체적으로 밴드 패스·필터와 같이 동작하기 때문에, 2개의 고주파 결합기의 사이에 효율 좋게 고주파 신호를 전달할 수 있다. 여기서 말하는 고주파 신호 전송로란, 동축 케이블(coaxial cable), 마이크로스트립 선로(microstrip line), 코플레인어 선로(coplanar line) 등을 나타낸다.
- <61> 도 19에 나타낸 비접촉 통신 시스템에 있어서, UWB 등의 고주파 신호를 전계 결합에 의하여 전송할 때, 고주파 결합기로서 필수 조건은 이하와 같다.
- <62> (1) 전계로 결합하기 위한 전극이 있을 것.
- <63> (2) 보다 강한 전계로 결합시키기 위한 병렬인덕터가 있을 것.
- <64> (3) 통신에 사용하는 주파수대에 있어서, 결합기를 서로 마주 보게 두었을 때에 임피던스·매칭을 취하도록, 인

덕터 및 전극에 의한 콘텐서의 정수가 설정되어 있을 것.

- <65> 도 21에 나타내는 바와 같이 전극이 대향하는 1조의 고주파 결합기로 이루어지는 밴드 패스·필터는, 직렬인덕터와 병렬인덕터의 유도계수, 전극에 의하여 구성되는 콘텐서의 캐패시턴스에 의하여, 그 통과 주파수(f_0)를 결정할 수 있다. 도 22에는, 1조의 고주파 결합기로 이루어지는 밴드 패스·필터의 등가 회로를 나타내고 있다. 특성 임피던스 $R[\Omega]$, 중심 주파수(f_0)[Hz], 입력신호와 통과 신호의 위상차를 α [라디안] ($\pi < \alpha < 2\pi$), 전극에 의하여 구성되는 콘텐서의 캐패시턴스를 $C/2$ 로 하면, 밴드 패스·필터를 구성하는 병렬 및 직렬 유도계수(L_1, L_2)의 각 정수는, 사용 주파수(f_0)에 따라 하식에서 요구할 수 있다.

수학식 1

$$L_1 = -\frac{R(1 + \cos \alpha)}{2\pi f_0 \sin \alpha} [H]$$

$$L_2 = \frac{1 + \pi f_0 C R \sin \alpha}{4\pi^2 f_0^2 C} [H]$$

- <66> <67> 또, 결합기 단체로서 임피던스 변환 회로로서 기능하는 경우, 그 등가 회로는 도 23에 나타내는 바와 같다. 도시의 회로도에 있어서, 아래 식을 만족하도록, 사용 주파수(f_0)에 따라 병렬 유도계수(L_1) 및 직렬 유도계수(L_2)를 각각 선택하는 것으로, 특성 임피던스를 R_1 에서 R_2 로 변환하는 임피던스 변환회로를 구성할 수 있다.

수학식 2

$$L_1 = \frac{R_1}{2\pi f_0} \sqrt{\frac{R_2}{R_1 - R_2}} [H]$$

$$L_2 = \frac{1}{4\pi^2 f_0^2} \left(\frac{1}{C} - 2\pi f_0 \sqrt{R_2(R_1 - R_2)} \right) [H]$$

$$R_1 > R_2$$

- <68> <69> 도 24에는, 안테나, 결합기(병렬인덕터가 있는 경우), 결합기(병렬인덕터가 없는 경우)를 각각 서로 마주 보게 해 두고, 거리를 바꾸면서 전반손실을 측정한 결과를 나타내고 있다.
- <70> 결합기(병렬인덕터 있어)는, 거리 1cm 정도까지의 근거리에서는 강하게 결합하여 전반손실이 작아지고 있지만, 거리가 커지는 것에 따라 급격하게 감소하고, 주위의 간섭을 일으키지 않는 특성으로 되어 있다. 이것에 대하여, 안테나는 거리가 커져도 결합기(병렬인덕터 있음)의 경우 정도로는 전반손실이 커지지 않기 때문에, 다른 무선 시스템으로의 방해신호로 되어 버릴 가능성이 있다. 또, 병렬인덕터를 가지지 않는 결합기에서는, 전반효율이 나쁘고, 통신 상대가 근처에 있는 경우에도 전반손실이 크다.
- <71> 또한, 고주파 결합기의 결합용 전극은, 동축 케이블, 마이크로스트립 선로, 코프레이너 선로라고 하는 고주파 전송선로에 접속되어 있다. 본 명세서에서 말하는 「고주파 결합기」는, 고주파회로 특유의 문제를 해결하는 것이다.
- <72> 이와 같이, 도 19에 나타낸 비접촉 통신 시스템에서는, UWB통신을 행하는 통신기는, 종래의 전파통신 방식의 무선통신기에 있어서 안테나를 사용하는 대신에, 도 20에 나타낸 고주파 결합기를 이용하는 것으로, 종래에 없는 특징을 가진 초근거리 데이터 전송을 실현할 수 있다.
- <73> 여기서, 발신용 전극(13)의 중심으로 직렬인덕터 등으로 이루어지는 공진부(12)(혹은 고주파 전송선로)가 접속되는 것으로 한다. 왜냐하면, 전극의 중심에 고주파 전송선로를 접속함으로써, 전극(13) 내에 균등하게 전류가 흐르고, 전극(13)의 정면으로 전극면과 거의 수직인 방향으로 불필요한 전파를 방사하지 않지만(도 18a를 참

조), 전극(13)의 중심에서 오프셋이 있는 위치에 공진부(12)를 접속하면, 전극(13) 내에 불균등인 전류가 흘러 마이크로스트립·안테나와 같이 동작하여 불필요한 전파를 방사해 버리기 때문이다(도 18b를 참조).

<74> 도 25에는, 도 20에 나타난 고주파 결합기의 실제의 구성예를 나타내고 있다. 도시의 예에서는 송신기(10)측의 고주파 결합기를 나타내고 있지만 수신기(20)측에서도 동일하게 구성된다. 동(同)도면에 있어서, 전극(13)은 원주형의 유전체(15) 상면에 배치되며, 프린트 기판(17)상의 신호선과는 이 유전(15)체 내를 관통 삽입하는 스루홀(16)을 통하여 전기적으로 접속되어 있다. 도시의 고주파 결합기는, 예를 들면, 소망의 높이를 가지는 원주상의 유전체에 스루홀을 형성한 후, 이 원주의 상단면에 결합용 전극이 되어야 할 도체 패턴을 형성하는 동시에, 스루홀 속에 도체를 충전시켜, 한층 더 프린트 기판상에 이 유전체를 리플로우 뎀납 등에 의해 실장함으로써 제작할 수 있다.

<75> 프린트 기판(17)의 회로 실장면에서 전극(13)까지의 높이, 즉 스루홀(16)의 길이를 사용 파장에 따라 적당하게 조정하는 것으로, 스루홀(16)이 인덕턴스를 가지고, 직렬인덕터(12B)와 대응할 수 있다. 신호선은 칩형의 병렬인덕터(12A)를 통하여 그라운드(18)에 접속되어 있다. 또한, 도시하지 않지만, 병렬인덕턴스는, 칩이 아닌, 프린트 기판상의 배선 패턴으로 대응하는 것도 가능하다. 이런 종류의 인덕턴스는 분포 정수 회로로 이루어지며, 이하에서는 「스터브」라고도 부른다.

<76> 유전체(15)와 스루홀(16)은, 전극(13)과 그라운드(18)와의 결합을 회피하는 역할과, 직렬인덕터(12B)를 형성하는 역할을 겸비하고 있다. 프린트 기판(17)의 회로 실장면에서 전극(13)까지 충분한 높이를 취하고 직렬인덕터(12B)와 등가인 인덕턴스를 구성함으로써, 그라운드(18)와 전극(13)과의 전계 결합을 회피하고, 고주파 결합기로서의 기능(즉, 수신기측의 고주파 결합기와와의 전계 결합 작용)을 확보한다. 단, 유전체(15)의 높이가 큰, 즉 프린트 기판(17)의 회로 실장면에서 전극(13)까지의 거리가 사용 파장에 대하여 무시할 수 없는 길이로 되면, 직렬인덕터(12B) 즉 공진부(12)는 안테나로서 작용하여 전파를 방출한다고 하는 폐해가 있다. 이 경우, 고주파 결합기의 공진부(12)에 있어서의 안테나로서의 행동에 의한 방사 전파는 거리에 대한 감쇠가 정전계나 유도 전계보다 작기 때문에, 무선설비로부터 3미터의 거리에서의 전계 강도가 소정 레벨 이하로 되는 미약 무선에 억제하는 것이 곤란하게 된다. 따라서, 유전체(15)의 높이는, 그라운드(18)와의 결합을 회피하고 고주파 결합기로서의 특성을 충분히 얻는 것과, 공진 회로로서 작용하기 때문에 필요한 직렬인덕터(12B)를 구성하는 것과, 이 직렬인덕터(12B)로 이루어지는 공진부가 안테나로서의 작용이 커지지 않는 정도인 것이 조건으로 된다.

<77> 일반적으로, 금속은 안테나의 효율적인 전파의 방사를 방해하기 때문에, 안테나의 방사 엘리먼트의 근방에 그라운드 등의 금속을 배치할 수 없다. 이것에 대하여, 본 실시 형태에 관계되는 통신 시스템에서는, 고주파 결합기는 전극(13)의 이면 측에 금속을 배치해도 특성이 악화되지 않는다. 또, 직렬인덕터(12B)와 병렬인덕터(12A)의 정수를 적당하게 선택하는 것으로, 종래의 안테나보다 소형으로 만들 수 있다. 또, 정전계는 안테나와 같이 편파를 가지지 않기 때문에, 방향이 바뀌어도 일정한 통신 품질을 확보할 수 있다.

<78> 또한, 전파통신의 분야에서는, 도 5에 나타내는 바와 같이 안테나 소자의 선단에 금속을 달고 정전용량을 갖게 하여 안테나의 높이를 단축시키는 「용량장하형(capacitance-load)」의 안테나가 널리 알려져 있고, 언뜻 보아도 도 20에 나타난 결합기와 구조가 유사하다. 여기서, 본 실시 형태에서 송수신기에 있어서 이용되는 결합기와 용량장하형 안테나와의 상위에 대하여 설명해 둔다.

<79> 도 5에 나타난 용량장하형 안테나는, 안테나의 방사 엘리먼트의 주위(B1 및 B2)방향으로 전파를 방사하지만, A 방향은 전파를 방사하지 않는 널점(null point)으로 된다. 안테나 주위에 발생하는 전계를 상세하게 검토하면, 안테나로부터 거리에 반비례하여 감쇠하는 방사 전계와 안테나로부터의 거리의 2승으로 반비례하여 감쇠하는 유도 전계와, 안테나로부터의 거리의 3승으로 반비례하여 감쇠하는 정전계가 발생한다. 그리고, 유도 전계와 정전계는 방사 전계에 비해 거리에 따라 급격하게 감쇠하기 때문에, 통상의 무선 시스템에서는 방사 전계에 대해서만 논의되며, 유도 전계와 정전계는 무시되는 것이 많다. 따라서, 도 5에 나타내는 용량장하형 안테나에도, A방향으로 유도 전계와 정전계를 발생시키고 있지만, 공기중에서 신속하게 감쇠하기 때문에, 전파 통신에서는 적극적으로는 이용되지 않는다.

<80> 계속하여, 송신기측의 결합용 전극에 있어서 발생하는 전자계에 대하여 고찰해 본다. 도 16에는, 미소(微小) 다이폴(dipole)에 의한 전자계를 나타내고 있다. 또, 도 26에는, 이 전자계를 결합용 전극상에 매핑(mapping)하고 있다. 도시와 같이 전자계는, 전반방향과 수직인 방향으로 진동하는 전계 성분(가로파 성분)(E_θ)과, 전반방향과 평행한 방향으로 진동하는 전계 성분(세로파 성분)(E_ϕ)으로 대별된다. 또, 미소 다이폴 주위에는 자계(H_ϕ)가 발생한다. 아래 식은 미소 다이폴에 의한 전자계를 나타내고 있지만, 임의의 전류 분포는 이러한 미소

다이 폴의 연속적인 모임으로서 생각되므로, 그것에 따라 유도되는 전자계에도 동일 성질이 있다 (예를 들면, 무시아케 야스히토 저 「안테나·전파 전반」(코로나 사(社), 16페이지~18페이지)을 참조).

수학식 3

$$E_{\theta} = \frac{pe^{-jkR}}{4\pi\epsilon} \left(\frac{1}{R^3} + \frac{jk}{R^2} - \frac{k^2}{R} \right) \sin \theta$$

$$E_R = \frac{pe^{-jkR}}{2\pi\epsilon} \left(\frac{1}{R^3} + \frac{jk}{R^2} \right) \cos \theta$$

$$H_{\phi} = \frac{j\omega pe^{-jkR}}{4\pi} \left(\frac{1}{R^2} + \frac{jk}{R} \right) \sin \theta$$

<81>

<82>

위의 식에서 알 수 있는 바와 같이, 전계의 가로파 성분은, 거리에 반비례하는 성분(방사 전계)과 거리의 2승에 반비례하는 성분(유도 전계)과 거리의 3승에 반비례하는 성분(정전계)으로 구성된다. 또, 전계의 세로파 성분은, 거리의 2승에 반비례하는 성분(유도 전계)과 거리의 3승에 반비례하는 성분(정전계)만으로 구성되며, 방사 전자계의 성분을 포함하지 않는다. 또, 전계(E_R)는, $|\cos \theta| = 1$ 로 되는 방향, 즉 도 16중의 화살표 방향으로 최대가 된다.

<83>

무선통신에 있어서 널리 이용되고 있는 전파 통신에서는, 안테나로부터 방사되는 전파는 그 진행 방향과 직교 방향으로 진동하는 가로파(E_{θ})이며, 전파는 편파의 방향이 직교하면 통신할 수 없다. 이것에 대하여, 정전계나 유도 전계를 이용한 통신 방식에 있어서 결합 전극으로부터 방사되는 전자파는, 가로파(E_{θ}) 외에, 진행방향으로 진동하는 세로파(E_R)를 포함한다. 세로파(E_R)는 「표면파」라고도 불린다. 표면파는, 도체나, 유전체, 자성체 등의 매체의 내부를 통하여 전반할 수도 있다(후술).

<84>

비접촉 통신 시스템에서는, 방사 전계, 정전계, 유도 전계의 어느 성분을 매개로서 신호를 전달할 수도 있다. 그렇지만, 거리에 반비례하는 방사 전계는 비교적 멀리 있는 다른 시스템으로의 방해파가 될 우려가 있다. 이 때문에, 방사 전계의 성분을 억제하는 것, 바꾸어 말하면, 방사 전계의 성분을 포함하는 가로파(E_{θ})를 억제하면 서, 방사 전계의 성분을 포함하지 않는 세로파(E_R)를 이용한 비접촉 통신이 바람직하다.

<85>

또한, 상술한 관점에서, 본 실시 형태에 관계되는 고주파 결합기에서는, 이하와 같은 공리를 하고 있다. 우선, 전자계를 나타낸 상기의 수학식 3에서, $\theta = 0^\circ$ 라는 관계를 가지는 경우에, $E_{\theta} = 0$ 로 되며, 또한, E_R 성분이 극대값을 받는 것을 알 수 있다. 즉, E_{θ} 는 전류가 흐르는 방향에 대하여 수직인 방향으로 최대로 되며, E_R 는 전류가 흐르는 방향과 평행한 방향으로 최대로 된다. 따라서, 전극면에 대하여 수직인 정면 방향의 E_R 를 최대로 하려면, 전극에 대하여 수직인 방향의 전류 성분을 크게 하는 것이 바람직하다. 한편, 전극의 중심에서 급전점을 오프셋 시켰을 경우에는, 이 오프셋에 기인하고, 전극에 대하여 평행한 방향에 대한 전류 성분이 증가한다. 그리고, 이 전류 성분에 따라 전극의 정면 방향의 E_{θ} 성분이 증가해 버린다. 이 때문에, 본 실시 형태에 관계되는 고주파 결합기에서는, 도 18a에 나타내는 바와 같이 전극의 대략 중심위치에 급전점을 설치하고(상술), E_R 성분이 최대가 되도록 하고 있는 것이다.

<86>

물론, 종래의 안테나에서도 방사 전계 뿐만이 아니라, 정전계나 유도 전계가 발생하고, 송수신 안테나를 근접시키면 전계 결합이 일어나지만, 에너지의 상당수는 방사 전계로서 방출되며, 비접촉 통신으로서는 효율적이 아니다. 이것에 대하여, 도 20에 나타낸 고주파 결합기는, 소정의 주파수에 있어서 보다 강한 전계(E_R)를 만들어 전송 효율을 높이도록, 결합용 전극 및 공진부가 구성되어 있다.

<87>

도 20에 나타낸 고주파 결합기를 송신기측에서 단독으로 사용했을 경우, 결합용 전극의 표면에는 세로파의 전계 성분(E_R)이 발생하지만, 방사 전계를 포함하는 가로파 성분(E_{θ})은 E_R 에 비해 작기 때문에, 전파는 거의 방사되지 않는다. 즉, 근린의 다른 시스템으로의 방해파를 발생하지 않는다. 또, 고주파 결합기에 입력된 신호의 대부분

분이 전극으로 반사하여 입력단으로 돌아온다.

- <88> 이것에 대하여, 1조의 고주파 결합기를 사용했을 경우, 즉 송수신기 사이에서 고주파 결합기를 근거리배치했을 때에는, 결합용 전극끼리가 주로 준정전계 성분에 의하여 결합하고 1개의 콘덴서와 같이 작용하고, 밴드패스·필터와 같이 동작하고, 임피던스·매칭을 취한 상태가 되어 있다. 따라서, 통과 주파수대에서는 신호·전력의 대부분은 상대방에게 전송되며, 입력단으로의 반사는 적다. 여기서 말하는 「근거리」는 파장(λ)에 의하여 정의되며, 결합용 전극간의 거리(d)가 $d \ll \lambda / 2\pi$ 인 것에 상당한다. 예를 들면, 사용 주파수(f_0)가 4GHz이면 전극간 거리가 10mm이하일 때이다.
- <89> 또, 송수신기간에서 고주파 결합기를 중거리배치했을 때에는, 송신기측의 결합용 전극의 주위에는, 정전계는 감소하고, 주로 유도 전계로 이루어지는 전계(E_k)의 세로파가 발생한다. 전계(E_k)의 세로파는, 수신기측의 결합용 전극에서 수취되며, 신호가 전송된다. 단, 양(兩)결합기를 근거리배치했을 경우와 비교하면, 송신기측의 고주파 결합기에서는, 입력된 신호가 전극으로 반사하고 입력단으로 돌아오는 비율이 높아진다. 여기서 말하는 「중거리」는 파장(λ)에 의하여 정의되며, 결합용 전극간의 거리(d)가 $\lambda / 2\pi$ 의 1~수배 정도이며, 사용 주파수(f_0)가 4 GHz이면 전극간 거리가 10~40mm일 때이다.
- <90> 그런데, 정전계나 유도 전계를 이용한 통신 방식으로는, 전계 강도는 거리의 3승 및 2승에 반비례하여 급격하게 감소하기 때문에, 통신 범위가 초근거리로 제한되어 버린다고 하는 문제가 있다. 또한, UWB통신 등의 고주파 신호를 이용했을 경우에는, 단파장이기 때문에 전반손실이 크다고 하는 문제가 더 부가된다. 이 때문에, 송신기와 수신기의 전극(결합기) 사이를 가능한 한 밀착시킬 필요가 있고, 긴 거리에서의 통신을 행할 수 없다. 또, 전극끼리를 충분히 근접시키기 위해서는, 전극 사이에서 미묘한 위치 맞춤을 행할 필요가 있고, 데이터 통신중은 그 위치를 보관 유지해야 하며, 사용자가 사용하기 편리하지 않다.
- <91> 이것에 대하여, 본 발명에 관계되는 통신 시스템에서는, 송신기측의 결합 전극과 수신기측의 결합 전극의 사이에, 유전체나 자성체로 이루어지는 표면파 전송선로를 배치하고, 송신기측의 결합 전극으로부터 방사되는 전자파 중 표면파를, 이 표면파 전송선로의 내부 및 표면을 통하여 효율적으로 전반할 수 있다. 따라서, 송신기와 수신기의 결합 전극끼리를 비교적 긴 거리로 떼어 놓아도, 전계 결합에 의해 방사되는 표면파를 낮은 전반손실로 전송하여, 데이터 통신을 행할 수 있고, 송수신기끼리 서로 결합용 전극 사이를 직접 밀착시킬 필요는 없어진다.
- <92> 전자계를 이용한 전송과 중 위상속도(v)가 광속(c)보다 작은 것을 지파(遲波), 큰 것을 속파(速波)라고 한다. 표면파는 전자가 지파에 상당하고, 지파 구조에 있어서의 무한장 전송로에서는, 에너지가 전송로에 집중하여 전해져 외부로의 방사는 생기지 않는다(예를 들면, 테시로기 타스쿠·요네야마 츠카사 편저 「신(新)밀리파 기술」(옴사, P119)을 참조바람). 여기서 말하는 표면파는, 결합용 전극으로부터 발생하는 전계 가운데, 전반방향과 평행한 방향으로 진동하는 성분인 세로파(E_z)에 상당한다(상술).
- <93> 전자파가 도체나 유전체 혹은 자성체의 표면에 따라 전반하는 구조는, 예를 들면 「구우보(Goubau)선로」또는 「G선」으로서 알려져 있다(예를 들면, 미국 특허 제 2685068호 명세서, 미국 특허 제 2921277호 명세서를 참조).
- <94> 예를 들면, 특개 2003-115707호 공보에는, 열가소성 폴리머로 이루어지는 유전체를 매질로 하는 표면파 전송선로에 대하여 개시되어 있다. 또, 특개 평7-175987호 공보에는, 고주파 손실이 적은 유전체 또는 유전체 섬유를 소정의 주기 구조로 맞추어 전자계의 분포 범위를 어느 정도 제어 가능하게 한 표면파 전송선로에 대하여 제안이 이루어진다. 또한, 전자파를 전반하는 표면파 전송선로의 구조의 상세에 관해서는, 예를 들면, 나카지마 마사미즈 저작 「마이크로파 공학」(모리키타 출판, 182페이지~190페이지)을 참조 바란다.
- <95> 또, 축방향으로 자화(磁化)된 1개의 페라이트 봉을 전반하는 전자 표면파는 널리 연구되고 있고 "dynamic", "surface(표면 모드)", "volume(입체 모드)"라고 하는 3종류의 표면파 모드가 존재하는 것이 이미 밝혀지고 있다. 다이내믹·모드는 페라이트가 단순한 유전체라고 볼 수 있는 주파수역으로 존재하고, forward wave이다. 한편, 표면 모드와 입체 모드는, 각각 페라이트 봉의 표면 근처 또는 중심부에 전력이 모이는 모드이며, 주로 backward wave이다. 이들의 모드중, 표면 모드는 공진기에 응용되며, 입체 모드는 지연선이나 패러디 회전자에 응용되고 있다(메이리 토시미 저작 「병행한 2개의 페라이트(Ferrite) 봉을 전반하는 표면파의 연구」를 참조).
- <96> 도 3에는, 송수신기의 고주파 결합 전극 사이에 표면파 전송선로를 개재시킨 비접촉 통신 시스템의 구성예를 나타내고 있다. 도시의 통신 시스템은, 데이터 송신을 행하는 송신기(10)와, 데이터 수신을 행하는

수신기(20)과, 송신기(10)측의 발신용 전극(13)으로부터 방사되는 표면파를 낮은 전반손실로 전송하는 표면파 전송선로(30)로 구성된다. 표면파 전송선로(30)는, 유전체 또는 자성체로 이루어지며, 발신용 전극(13)으로부터 방사된 표면파의 진행 방향에 따라 배치되어 있다.

<97> 송신기(10)측의 송신회로부(11)는, 상위 애플리케이션으로부터 송신 요구가 생기면, 송신 데이터에 근거하여 UWB 신호 등의 고주파 송신신호를 생성한다. 송신회로부(11)로부터 출력된 신호는, 공진부(12)에서 공진하고, 전극으로부터 정면 방향으로 표면파로서 발신용 전극(13)으로부터 방사된다.

<98> 발신용 전극(13)으로부터 방사된 표면파는, 표면파 전송선로(30)의 개재에 의해 효율적으로 전반하고, 수신기(20)측의 수신용 전극(23)으로부터 공진부(22)를 통하여 수신 회로부(21)로 입력된다. 수신 회로부(21)는, 수신한 고주파 신호를 복조 및 복호 처리하고, 재현한 데이터를 상위 애플리케이션에 건네준다.

<99> 발신용 전극(13)이 방출한 표면파는, 표면파 전송선로(30)의 단면에서 입사하면, 그 내부에서는 외부와의 경계면에 도달할 때마다 반사를 반복하면서, 손실 없이 수신측으로 전반한다(후술). 따라서, 표면파 전송선로(30)의 개재에 의해, 발신용 전극(13)으로부터 수신용 전극(23)으로 신호가 효율적으로 전반할 수 있다. 또, 발신용 전극(13)으로부터 방사되는 표면파의 입사각을 크게 하고, 투과파로서 외부에 방사되는 비율을 줄이기 위해, 유전체 또는 자성체로 이루어지는 표면파 전송선로(30)의 단면을 발신용 전극(13)의 정면에, 전극면에 대하여 거의 수직으로 되도록 배치하는 것이 바람직하다.

<100> 도 4에는, 송신기(10)의 표면파 발신 부분(고주파 결합기)의 구성예를 나타내고 있다. 수신기(20)측의 표면파 수신 부분의 구성도 동일하다고 이해 바란다.

<101> 도시와 같이, 동축 케이블로 이루어지는 고주파 신호선의 선단 부분에는, 소정의 길이를 가지는 선모양 도체의 공진부와 전극이 장착되어 있다. 공진부(12)와 발신용 전극(13)을 갖춘 전체로서 소정 주파수의 4분의 1 파장의 길이를 가지도록 설계함으로써, 소정의 주파수로 공진 시키고, 그 주파수의 표면파를 발생시킬 수 있다. 통상, 발생한 표면파는 거리의 증대에 따라 공기중에서 급격하게 감쇠하지만, 선단의 발신용 전극(13)의 중앙에 공진부(12)를 접속하는 것으로, 전극의 정면에 전극의 방사면과 거의 수직인 방향으로 유전체 혹은 자성체로 이루어지는 표면파 전송선로(30)를 설치하는 것으로, 발신용 전극(13)으로부터 발신된 표면파를 유전체 혹은 자성체로 이루어지는 표면파 전송선로(30)로 파악하여 표면파 발신기(혹은 고주파 결합기)로 할 수 있다.

<102> 유도 전계와 정전계의 강도가 큰 발신용 전극(13)의 정면에, 전극면에 대하여 수직인 위치에, 유전체 혹은 자성체로 이루어지는 표면파 전송선로(30)가 배치되어 있다. 그리고, 전극(13)의 근방에서 발생한 유도 전자계와 정전계가 표면파 전송선로(30)의 단면으로 파악되면, 이 전송선로(30) 내를 전반하고, 수신기(20)측의 수신용 전극(23)에 입력된다. 즉, 송신기(10)측의 전극(13)으로부터 방사된 전자계를, 표면파 전송선로(30) 내를 표면파로서 전달시키는 것으로, 표면파를 이용한 데이터 통신을 가능하게 할 수 있다.

<103> 도 6에는, 송신기(10)의 표면파 발신 부분의 다른 구성예를 나타내고 있다. 수신기(20)측의 표면파 수신 부분의 구성도 이와 같이 구성할 수 있다고 이해 바란다.

<104> 표면파의 발신 부분과 수신 부분은 각각, 선모양 도체 대신에 코일이나 콘덴서 등을 이용하여, 집중 정수 회로에 의한 공진부(12)를 배치하고 있다. 도 6에 나타내는 예에서는, 공진부(12)가 송신회로부(11)에서의 고주파 전송선로의 신호선과 그라운드 사이에 접속되는 병렬 인덕터(12A)와 신호선과 전극 사이에 접속되는 직렬인덕터(12B)로 구성되어 있고, 전극의 정면에 강한 전계가 생겨 효율 좋게 표면파를 발생시킬 수 있다.

<105> 또, 송수신기에 있어서, 도 6에 나타내는 바와 같이 1조의 고주파 결합기를, 표면파 전송선로를 개재시켜 서로 마주 보게 하여 배치하면, 2개의 전극이 1개의 콘덴서로서 동작하고, 전체로서 밴드 패스·필터와 같이 동작한다. 여기서, 직렬인덕터(12B)의 정수, 병렬인덕터(12A)의 정수 및 전극(13 및 23)으로 이루어지는 콘덴서의 정수를 조정하는 것으로, 결합 부분에 있어서의 임피던스가 연속적으로 되도록 설계하는 것은 가능하다(상술).

<106> 유전체로 이루어지는 표면파 전송선로에 입사 한 표면파는, 외부와의 경계면에 도달할 때마다 반사를 반복하면서, 전반방향(즉 수신기측)으로 진홍한다. 도 1에는, 유전체로 이루어지는 표면파 전송선로의 내부를 표면파가 전반하는 모습을 도해하고 있다. 단, 유전체의 유전율(ϵ)은, 표면파 전송선로를 둘러싸는 공기의 유전율(ϵ_0)보다도 크다고 한다.

<107> 유전율이 다른 2개의 매질의 경계에 전자파(표면파)가 입사하면, 광학에 있어서와 동일한 굴절이 생긴다. 입사각(θ_i)이 아래 식에 나타내는 임계각(θ_c)으로 동등해지면, 굴절각(θ_t)은 $\pi/2$ 로 동등해지며, 유전체의 투

파파는 경계면에 평행하게 진행되게 된다. 입사각(θ_i)이 그것보다 커지면, 경계면에서는 완전 반사가 일어난다. 따라서, 유전체 평판의 내부에 전자파를 적당한 각도로 입사시키면, 2개의 경계에서 반사를 반복하여 전자파(표면파)가, 손실되지 않고 효율적으로 전반된다.

수학식 4

$$\theta_c = \sin^{-1} \sqrt{\epsilon_0 / \epsilon}$$

또, 도 2에는, 자성체로 이루어지는 표면과 전송선로 내를 표면파가 전반하는 모습을 도해하고 있다. 단, 자성체의 투자율(μ)은, 표면과 전송선로를 둘러싸는 공기의 투자율(μ_0) 보다 크다고 한다. 투자율이 다른 2개의 매질의 경계에 전자파(표면파)가 입사하면, 광학에 있어서 동일 굴절이 생긴다. 즉, 입사각(θ_i)이 아래 식에서 나타내는 임계각(θ_c)으로 동등해지면, 굴절각(θ_t)은 $\pi / 2$ 로 동등해지며, 투과파는 경계면에 평행하게 진행되게 된다. 입사각(θ_i)이 그것보다 커지면, 경계면에서는 완전 반사가 일어난다. 따라서, 자성체 평판의 내부에 전자파를 적당한 각도로 입사 시키면, 2개의 경계에서 반사를 반복하고 전자파(표면파)는, 도 1에 나타난 경우와 동일하게, 손실되지 않고 효율적으로 전반된다.

수학식 5

$$\theta_c = \sin^{-1} \sqrt{\mu_0 / \mu}$$

본 발명자 들은, 도 27에 나타내는 바와 같이, 대향하는 2개의 고주파 결합기(1 및 2) 사이에 유전체(혹은 자성체)로 이루어지는 표면과 전송선로를 개재시켜 고주파 신호의 전송을 행할 때에, 표면과 전송선로의 주변에서 발생하는 전자기 분포를, 유한(有限)요구법을 이용한 시뮬레이션으로 구해 보았다. 단, 표면과 전송선로는 비유전율 10, 비투자율 10, 상기 전도도 0 [Siemens / m] 의 유전체를 가정하고, 그 단면적은 6mm×6mm, 길이는 49.6mm로 하고, 이 표면과 전송선로의 양(兩)단면과 결합용 전극간의 간격을 50mm로 설정하고, 사용 주파수를 4.5GHz로 했다. 또, 고주파 결합기는, 면적 20mm×42mm로, 두께 0.8mm, 유전율 3.4의 그라운드 기판상에서 면적이 11mm×11mm, 높이 3mm의 결합용 전극으로 이루어지며, 공진부는 길이 20mm로 폭이 3mm의 스테프(상술)로 구성되어 있다. 표면과 전송선로의 긴 방향, 즉 신호 전송 방향을 z축으로 하고, 결합용 전극의 전극과 평행한 면을 xy면으로 한다.

도 28a~도 28f에는, 도 27에 나타낸 구성에 있어서 표면과 전송선로를 개재시켜 고주파 신호를 전송할 때의, zx면내의 전계 분포의 변화를 12분의 1 주기 간격으로 반주기분만큼 나타내고 있다. 동 도면에 나타내는 바와 같이, 유전체로 이루어지는 표면과 전송선로의 표면의 수직 방향으로 진폭을 가지는 표면파가, 고주파 결합기(1)로부터 고주파 결합기(2)로 향하여 전반하고 있는 것을 알 수 있다.

또, 전장(電場)의 시간적 변화에 의해 자장이 발생하는 것이 알려져 있다. 도 29a~도 29f에는, 도 27에 나타낸 구성에 있어서 표면과 전송선로를 개재시켜 고주파 신호를 전송할 때의, xy면내의 자계 분포의 변화를 12분의 1 주기 간격으로 반주기분만큼 나타내고 있다.

도 30에는, 도 28~도 29에 근거하여, 유전체로 이루어지는 표면과 전송선로의 주위에 발생하는 전계 분포와 자계 분포를 모식적으로 나타내고 있다. 전송로를 전반하는 표면파에는, 전송로의 표면 근처에 에너지가 모이는 표면 모드와, 전송로의 중심부에 에너지가 모이는 입체 모드가 포함되는 것은 이미 서술했다. 도 30에서도 알 수 있는 바와 같이, 유전체로 이루어지는 표면과 전송선로를 전반하는 표면파의 에너지는, 세로파 성분이 전반하는 중심축 부근(입체 모드) 및 가로파 성분이 전반하는 표면 부근(표면 모드)의 쌍방향으로 분포한다. 즉, 유전체의 표면 부근에 있어서 유전체의 표면에 수직인 전계가 생기는 동시에, 유전체 내의 중심부분에 있어서 진행 방향과 대략 평행한 방향으로 진동하는 세로파 전계(상기의 전(全)반사성분을 포함한다)가 생기고, 또한, 이들 2가지의 전계 변화에 수반하여 유전체의 중심 축에 감기도록 자계가 생김으로써, 신호가 전반한다.

이때, 전류나 자기의 방향이나 세기가 변화하면(교류) 전계와 서로 영향을 주는 매우 적합한 자계가 생김으로써, 전계가 있으면 자계가 생기고, 자계가 있으면 전계가 생기는 것이 같이 전계와 자계의 사이에서 에너지 형태를 교대로 바꾸면서, 표면과 신호는 먼 곳까지 전반해 가는 것이 기대된다. 반대로, 표면과 전송선로

의 비유전률이 1의 자성체에서는, 고주파 결합기에서 생기는 것은 전계 성분만으로 되기 때문에, 신호를 파악하는 것이 어려워진다.

<116> 도 31에는, 고주파 결합기의 결합용 전극의 표면에서 발생한 세로파의 전계(E_R)가 유전체로 이루어지는 표면과 전송선로의 단부에 있어서 표면파로서 갈아타는 모습을 나타내고 있다. 결합용 전극의 표면에서 발생한 세로파의 전계(E_R)가 표면과 전송선로의 단면에서 입사하면, 세로파 성분은 도 31a에 나타내는 바와 같이 표면과 전송선로의 중심축 부근에 있어서 입체 모드에 의해 전반한다. 또, 결합용 전극의 표면에서 발생한 세로파의 전계(E_R)가 표면과 전송선로의 단부 부근의 외주에서 수직으로 입사하면, 가로파 성분은 도 31b에 나타내는 바와 같이 표면과 전송선로의 표면 부근에 있어 표면 모드에 의해 전반한다.

<117> 이와 같이 표면파가 유전체로 이루어지는 표면과 전송선로상을 전반할 때, 입체 모드 및 표면 모드가 함께 존재하고, 에너지는 입체 모드와 표면 모드의 양쪽에 의하여 전송된다. 이 때문에, 고주파 결합기에서 시작되는 표면파를 손실되지 않게 받기 위해서는, 표면과 전송선로 단면의 크기(전송선로의 굵기)는 결합용 전극의 사이즈에 대하여 충분한 크기가 있는 것이 바람직하다고 사료 된다.

<118> 도 32에는, 도 27에 나타낸 구성에 있어서, 송수신기 각각의 결합용 전극의 사이즈를 바꾸었을 때의 전반손실(S_{21})을 유한요소법(Finit Element Method)에 의한 시뮬레이션으로 구한 결과를 나타내고 있다. 단, 표면과 전송선로는 비유전률 10, 비투자율 10, 전기 전도도 0 [Siemens / m]의 유전체를 가정하고, 그 단면적은 $6\text{mm} \times 6\text{mm}$, 길이는 49.6mm 로 하고, 이 표면과 전송선로의 양(兩)단면과 결합용 전극간의 간극을 50mm 로 설정하고, 사용 주파수를 4.5GHz 로 했다. 또, 고주파 결합기는, 면적 $20\text{mm} \times 42\text{mm}$ 로, 두께 0.8mm , 유전율 3.4의 그라운드 기판 상에서 높이 3mm 의 정방형의 결합용 전극으로 이루어지며, 공진부는 길이 20mm 로 폭이 3mm 의 스테브(상술)로 구성되어 있다고 하고, 결합용 전극의 한 변의 길이를 가변으로 했다. 동 도면에서, 표면과 전송선로의 굵기가 변함없을 때는, 전반손실(S_{11})은 거의 일정하다고 말할 수 있다.

<119> 또, 도 33에는, 도 27에 나타낸 구성에 있어서, 표면과 전송선로의 굵기를 바꾸었을 때의 전반손실(S_{21})을 유한요소법(Finit Element Method)에 의한 시뮬레이션으로 구한 결과를 나타내고 있다. 단, 사용 주파수를 4.5GHz 로 한다. 또, 표면과 전송선로는 비유전률 10, 비투자율 10, 전기 전도도 0 [Siemens / m]의 유전체를 가정하고, 그 길이는 49.6mm 로 하고, 이 표면과 전송선로의 양단면과 결합용 전극간의 간극을 50mm 로 설정하고, 그 단면적을 가변으로 했다. 또, 고주파 결합기는, 면적 $20\text{mm} \times 42\text{mm}$ 로, 두께 0.8mm , 유전율 3.4의 그라운드 기판 상에서 면적이 $11\text{mm} \times 11\text{mm}$ 로 높이 3mm 의 결합용 전극으로 이루어지며, 공진부는 길이 20mm 로 폭이 3mm 의 스테브(상술)로 구성되어 있다고 한다. 동 도면으로부터, 표면과 전송선로의 굵기에 의존하고 전반손실(S_{21})이 변화하는 것을 알 수 있다.

<120> 또, 도 34에는, 도 27에 나타낸 구성에 있어서, 표면과 전송선로의 비유전률과 비투자율을 바꾸었을 때의 전반손실(S_{21})을 유한요소법에 의한 시뮬레이션으로 구한 결과를 나타내고 있다. 단, 사용 주파수를 4.5GHz 로 하고, 고주파 결합기는, 면적 $20\text{mm} \times 42\text{mm}$ 로 하고, 두께 0.8mm , 유전율 3.4의 그라운드 기판 상에서 면적이 $11\text{mm} \times 11\text{mm}$ 로 높이 3mm 의 결합용 전극으로 이루어지며, 공진부는 길이 20mm 로 폭이 3mm 의 스테브(상술)로 구성되어 있다고 한다. 또, 표면과 전송선로는, 단면적이 $6\text{mm} \times 6\text{mm}$, 길이가 49.6mm 로, 이 표면과 전송선로의 양단면과 결합용 전극간의 간극을 50mm 로 설정한다. 동 도면으로부터, 표면과 전송선로의 비유전률 및 비투자율에 의존하여 전반손실(S_{21})이 변화하는 것을 알 수 있다.

<121> 유전체로 이루어지는 표면과 전송선로의 전반손실(S_{21})은, 주파수, 전송선로의 비유전률, 비투자율, 표면과 전송선로의 굵기에 의존한다. 도 32~도 34에 나타낸 시뮬레이션 결과를 고려하면, 예를 들면, 주파수 4.5GHz , 비유전률이 10, 비투자율이 10 일때, 표면과 전송선로의 굵기가 $6\text{mm} \times 6\text{mm}$ 정도일 때에 손실이 적고 효율 좋게 신호가 전반한다.

<122> 표면파는, 유전체나 자성체의 내부 이외에도, 금속선 등의 도체의 표면을 통하여 전반하는 것이 알려져 있다. 자성체로 이루어지는 표면과 전송선로를 이용했을 경우, 고주파 결합기에서 생기는 것은 전계 성분뿐이며, 비유전률이 1의 자성체에서는 신호를 파악할 수 없기 때문에, 표면파의 전반손실이 크지만, 비유전률이 1보다 큰 자성체에서는 효율 좋게 표면파를 전송할 수 있다. 또, 유전체로 이루어지는 표면과 전송선로를 이용했을 경우에는, 유전체 표면에 대하여 수직인 전계와, 유전체의 중심부분에 생기는 진행 방향으로 평행한 방향으로 진동하는 세로파의 전계와, 유전체의 중심축에 휘감기도록 생기는 자계에 의하여 신호가 전반한다.

- <123> 또, 도 17a에는, 유전체로서 PPS(폴리페닐렌 술피드수지), 혹은 자성체로서 NiZn페라이트, 자석을 각각 표면과 전송선로에 이용했을 경우의 전송선로의 길이와 전반손실(S_{21})의 관계를 나타내고 있다. 단, PPS는 유전율 5~12, 유전(誘電) 탄젠트 0.002, 직경 10mm로 하고, NiZn 페라이트는 직경 9mm(내경 5mm)로 하고, 자석은 직경 6mm로 한다(도 17b를 참조). 또, 표면과 전송선로의 전반손실(S_{21})은, 전극 사이에서 표면과 전송선로를 사이에 두었을 때의, 송신기측의 고주파 신호 선로(Port1)에서 수신기측의 고주파 신호 선로(Port2)로 표면과가 전반할 때의 손실로 한다(도 17c를 참조). 도 17a에서, 자유공간 즉 표면과 전송선로를 배치하지 않고 표면과를 전반하는 경우에 비교하면, 송수신기의 결합기간에 표면과 전송선로가 개재함으로써 전반손실이 저감하는 것을 이해할 수 있을 것이다.
- <124> 유전체 또는 자성체로 이루어지는 표면과 전송선로(30)의 형상은, 특히 한정되지 않는다. 예를 들면, 도 7에 나타내는 바와 같이 판 모양, 도 8에 나타내는 바와 같이 띠모양, 도 9에 나타내는 바와 같이 선모양의 어느 것이어도 좋다. 또, 도 10에 나타내는 바와 같이 표면과 전송선로의 형상을 추모양으로 하고, 특정 수신기에 그 정점을 향하도록 하면, 송신기측의 결합용 전극으로부터 저면에서 포착한 표면과를 전반하고, 정점 부분에 집중시킬 수 있으므로, 효율적인 전반을 실현할 수 있다. 예를 들면, 한쪽의 통신장치에서 다른 쪽의 통신장치로의 한 방향 통신을 행하는 경우에 있어서, 이와 같은 전송선로의 구성은 유리하게 된다.
- <125> 도 11에 나타내는 바와 같이, 표면과 전송선로(30)로서의 유전율이 높은 유전체의 표면을, 한층 더 유전율이 낮은 다른 유전체의 외측층(31)으로 덮도록 구성해도 좋다. 이와 같이 하는 것으로, 표면과가 유전율이 높은 유전체의 표면을 반사하지 않고 투과했다고 해도, 한층 더 이것을 덮는 다른 유전체의 표면에 있어서 반사하고, 중앙의 유전체층까지 되돌아간다. 즉, 표면과 전송선로(30)를 전반하는 도상에 있어서 표면과가 투과파로서 외부에 방사되는 비율을 억제하고, 효율적으로 신호를 전달할 수 있다.
- <126> 물론, 도 11에 나타내는 바와 같이 유전율(ϵ)(또는 투자율(μ))이 다른 외측층을 2층 이상 형성하고, 외측만큼 유전율을 낮게 하도록 해도, 같은 효과를 얻을 수 있다. 또, 중심에서의 거리(r)에 따라 유전율(ϵ)(또는 투자율(μ))이 단계적으로 변화하지 않고, 도 12에 나타내는 바와 같이 중심에서의 거리(r)에 따라 연속적으로 유전율(ϵ)(또는 투자율(μ))이 변화하는 경우에도, 동일하게, 표면과가 투과파로서 표면과 전송선로(30)의 외부에 방사되는 비율을 억제할 수 있다.
- <127> 도 13에는, 표면과 전송선로(30)로서 유전율(ϵ)(또는 투자율(μ))이 높은 유전체를, 한층 더 유전율(ϵ)(또는 투자율(μ))이 낮은 다른 유전체(또는 자성체)로 이루어지는 물체 속에 매설한 모습을 나타내고 있다. 또, 유전율(ϵ)(또는 투자율(μ))이 높은 유전체를 묻는 다른 물체는, 예를 들면 랙이나, 송신기(10) 및 수신기(20)의 결합 전극(13, 23)의 위치 결정용의 부재로서 구성할 수 있다.
- <128> 도 14에는, 표면과 전송선로(30)가 1개의 유전체(혹은 자성체)는 아니고 도중에 분리된 복수의 유전체(혹은 자성체)로 구성되어 있는 예를 나타내고 있다. 표면과 전송선로(30)의 도중을 분리하고 비접촉 상태로 이용할 수 있으므로, 본 실시 형태에 관계되는 통신 시스템은, 기기기간이나 기기와 부재 사이가 물리적인 접촉을 가지지 않는 비접촉 통신으로서 적용할 수 있다. 분리된 유전체끼리는 접촉하고 있지 않아도 좋지만, 손실을 작게 억제하기 위해서는 유전체의 간격은 작고, 신호가 전달하는 면끼리 대향하여 마주보는 위치에 놓이는 것이 바람직하다.
- <129> 도 15에는, 표면과 전송선로를 이용한 비접촉 통신기의 구성예를 나타내고 있다. 도시의 예에서는, 비접촉 통신기 내의 주요 회로 기관상에 송수신 회로부와 결합용 전극이 탑재되어 있다. 케이스 안쪽 깊이 수용된 전극 앞에 아무것도 놓여 있지 않은 경우에는, 전극으로부터 방사된 신호는 케이스 내의 공기중으로 분산하여, 잃어버리게 된다. 이것에 대하여, 도 15에 나타난 통신기의 구성에 의하면, 결합용 전극의 정면에 표면과 전송선로로 되는 유전체 또는 자성체를 설치하고, 결합용 전극으로부터 방사한 전자계를 표면과 전송선로에 의하여 케이스 표면의 소망하는 부위까지 신호를 유도하는 것으로, 효율적인 신호 전달이 가능해지고 있다.
- <130> 지금까지는, 도 3에 나타난 통신 시스템에 있어서, 표면과 전송선로의 개재에 의해 1조의 고주파 결합기 사이에서 신호를 전송하는 구조에 대하여 설명해 왔다. 여기서, 2개의 기기 사이에서 신호를 전송할 때 필연적으로 에너지의 이동을 수반하기 때문에, 이 종류의 통신 시스템을 전력 전송에 응용하는 것도 가능하다. 상술한 바와 같이, 송신기측의 고주파 결합기로 발생한 전계(E_R)는, 표면과로서 표면과 전송선로상을 전반한다. 그리고, 수신기측에서는, 고주파 결합기에서 받은 신호를 정류·안정화 하여, 전력을 꺼낼 수 있다.
- <131> 도 35에는, 도 3에 나타난 통신 시스템을 전력 전송에 응용했을 때의 구성예를 나타내고 있다.

- <132> 도시의 시스템에서는, AC전원에 접속된 충전기와 무선통신기를 내장하는 고주파 결합기에 의해, 그 사이에 놓여진 표면과 전송선로를 통하여 무선통신기로의 송전 및 충전을 행할 수 있다. 단, 고주파 결합기는 전력 전송의 용도만으로 사용된다.
- <133> 수전하는 고주파 결합기가 송전하는 고주파 결합기의 근처에 없을 때에는, 송전용의 고주파 결합기에 입력된 전력의 대부분은 반사하여 DC / AC인버터 측으로 돌아가기 때문에, 외부에 불필요한 전파를 방사하거나 필요 이상으로 전력을 소비하거나 하는 것을 억제할 수 있다.
- <134> 또, 동 도면에서는 무선통신기로의 충전을 행하는 예를 들었지만, 충전되는 측은 무선기에 한정하지 않고 예를 들면 음악 플레이어나 디지털 카메라로의 비접촉 전력 전송을 행하도록 해도 좋다.
- <135> 또, 도 36에는, 도 3에 나타낸 통신 시스템을 전력 전송에 응용한 다른 구성예를 나타내고 있다. 도시의 시스템은, 고주파 결합기와 표면과 전송선로를 전력 전송과 통신에 겸용하여 사용하도록 구성되어 있다.
- <136> 통신 및 송전을 행하는 타이밍의 변환은, 송신회로부터 보내지는 통신·송(수)전 변환신호에 의하여 행해진다. 예를 들면, 통신과 송전은 미리 결정된 주기로 변환을 행하도록 해도 좋다. 이때, 충전 상태를 통신 신호에 부가하여 충전기 측에 피드백하는 것으로 송전 출력을 최적으로 유지할 수 있다. 예를 들면 충전이 완료하면 그 정보를 충전기 측으로 보내고, 송전 출력을 0으로 한다. 혹은, 전력에 통신 데이터를 중첩시키도록 해도 좋다.
- <137> 동 도면에 나타낸 시스템은 충전기를 AC전원에 접속하도록 하여 구성되어 있지만, 그 밖에도 예를 들면 전지가 적게 된 휴대 전화에 다른 휴대 전화로부터 전력을 나누어 주는 용도에 이용해도 좋다.

산업이용 가능성

- <138> 이상, 특정 실시형태를 참조하면서, 본 발명에 대하여 상세하게 풀이해 왔다. 그렇지만, 본 발명의 요지를 이탈하지 않는 범위에서 당업자가 이 실시형태의 수정이나 대용을 해낼 수 있는 것은 자명하다.
- <139> 본 명세서에서는, UWB 신호를 전계 결합에 의해 케이블레스로 데이터 전송하는 통신 시스템에 적용한 실시형태를 중심으로 설명해 왔지만, 본 발명의 요지는 이것에 한정되는 것은 아니다. 예를 들면, UWB통신 방식 이외의 고주파 신호를 사용하는 통신 시스템이나, 비교적 낮은 주파수 신호를 이용하여 전계 결합에 의해 데이터 전송을 행하는 통신 시스템에 대해서도, 동일하게 본 발명을 적용할 수 있다.
- <140> 또, 본 명세서에서는, 표면과 전송선로의 개재에 의해 1조의 고주파 결합기 사이에서 데이터 통신을 행하는 시스템에 대하여 본 발명을 적용한 실시형태를 중심으로 설명해 왔지만, 2개의 기기 사이에 신호를 전송할 때에는 필연적으로 에너지 이동을 수반하기 때문에, 이런 종류의 통신 시스템을 전력 전송에 응용하는 것도 당연하게 하여 가능하다.
- <141> 요컨대, 예시라고 하는 형태로 본 발명을 개시해 왔기 때문이며, 본 명세서의 기재 내용을 한정적으로 해석해서는 안 된다. 본 발명의 요지를 판단하기 위해서는, 특허 청구의 범위를 참작해야 한다.

도면의 간단한 설명

- <142> 도 1은, 유전체로 이루어지는 표면과 전송선로 내를 표면파가 전파하는 모습을 나타낸 도면이다.
- <143> 도 2는, 자성체로 이루어지는 표면과 전송선로 내를 표면파가 전파하는 모습을 나타낸 도면이다.
- <144> 도 3은, 본 발명의 일 실시 형태에 관계되는 통신 시스템의 구성예를 나타낸 도면이다.
- <145> 도 4는, 송신기(10)의 표면과 발신부분의 구성예를 나타낸 도면이다.
- <146> 도 5는, 용량장하형(capacitance-load) 안테나의 구성예를 나타낸 도면이다.
- <147> 도 6은, 송신기(10)의 표면과 발신 부분의 다른 구성예를 나타낸 도면이다.
- <148> 도 7은, 판 모양으로 구성된 표면과 전송선로의 예를 나타낸 도면이다.
- <149> 도 8은, 띠모양으로 구성된 표면과 전송선로의 예를 나타낸 도면이다.
- <150> 도 9는, 선모양으로 구성된 표면과 전송선로의 예를 나타낸 도면이다.
- <151> 도 10은, 추모양으로 구성된 표면과 전송선로의 예를 나타낸 도면이다.

- <152> 도 11은, 표면과 전송선로로서 유전율이 높은 유전체의 표면을, 한층 더 유전율이 낮은 다른 유전체 층으로 덮도록 한 구성예를 나타낸 도면이다.
- <153> 도 12는, 중심으로부터의 거리(r)에 따라 연속적으로 유전율이 변화하는 표면과 전송선로의 구성예를 나타낸 도면이다.
- <154> 도 13은, 표면과 전송선로로서 유전율이 높은 유전체를, 한층 더 유전율이 낮은 다른 유전체 속에 매설한 모습을 나타낸 도면이다.
- <155> 도 14는, 표면과 전송선로가 1개의 유전체(혹은 자성체)는 아니고 도중에 분리된 복수의 유전체(혹은 자성체)로 구성되어 있는 예를 나타낸 도면이다.
- <156> 도 15는, 표면과 전송선로를 이용한 비접촉 통신기의 구성예를 나타낸 도면이다.
- <157> 도 16은, 전방방향과 평행한 방향으로 진동하는 전계 성분(세로과 성분)을 나타낸 도면이다.
- <158> 도 17a는, 유전체로서 PPS(폴리페닐렌 술피드수지), 혹은 자성체로서 NiZn 페라이트, 자석을 각각 표면과 전송선로에 이용했을 경우의 전송선로의 길이와 전반손실의 관계를 나타낸 도면이다.
- <159> 도 17b는, 표면과 전송선로로서 사용한 소재를 도면이다.
- <160> 도 17c는, 전반손실을 설명하기 위한 도면이다.
- <161> 도 18a는, 고주파 결합기의 전극의 중심으로 고주파 전송선로를 접속했을 때에 전극내를 흐르는 전류의 모습을 나타낸 도면이다.
- <162> 도 18b는, 고주파 결합기의 전극의 중심으로부터 오프셋이 있는 위치에 고주파 전송선로를 접속했을 때에, 전극내에 불균등인 전류가 흘러 불필요 전파를 방사하는 모습을 나타낸 도면이다.
- <163> 도 19는, 정전계 혹은 유도 전계를 이용한 비접촉 통신 시스템의 구성예를 나타낸 도면이다.
- <164> 도 20은, 송신기(10) 및 수신기(20)의 각각 배치되는 고주파 결합기의 구성예를 나타낸 도면이다.
- <165> 도 21은, 도 20에 나타난 고주파 결합기를 대향하여 배치하고, 전체로서 밴드 패스·필터가 구성되는 모습을 나타낸 도면이다.
- <166> 도 22는, 1조의 고주파 결합기로 이루어지는 밴드 패스·필터의 등가 회로를 나타낸 도면이다.
- <167> 도 23은, 도 20에 나타난 고주파 결합기 단체로서 임피던스 변환 회로로서 기능하는 경우의 등가 회로를 나타낸 도면이다.
- <168> 도 24는, 안테나, 결합기(병렬인덕터가 있는 경우), 결합기(병렬인덕터가 없는 경우)를 각각 서로 마주 보게 두고, 거리를 바꾸면서 전반손실을 측정한 결과를 나타낸 도면이다.
- <169> 도 25는, 도 20에 나타난 고주파 결합기의 실제 구성예를 나타낸 도면이다.
- <170> 도 26은, 미소 다이폴에 의한 전자계를 결합용 전극상에 매핑 한 모습을 나타낸 도면이다.
- <171> 도 27은, 대향하는 2개의 고주파 결합기(1 및 2) 사이에 유전체로 이루어지는 표면과 전송선로를 개재시켜 고주파 신호의 전송을 행하는 모습을 나타낸 도면이다.
- <172> 도 28a는, 도 27에 나타난 구성에 있어서 표면과 전송선로를 개재시켜 고주파 신호를 전송할 때의, zx 면내의 전계 분포의 변화를 12분의 1 주기 간격으로 반주기분만큼 나타낸 도면이다.
- <173> 도 28b는, 도 27에 나타난 구성에 있어서 표면과 전송선로를 개재시켜 고주파 신호를 전송할 때의, zx 면내의 전계 분포의 변화를 12분의 1 주기 간격으로 반주기분만큼 나타낸 도면이다.
- <174> 도 28c는, 도 27에 나타난 구성에 있어서 표면과 전송선로를 개재시켜 고주파 신호를 전송할 때의, zx 면내의 전계 분포의 변화를 12분의 1 주기 간격으로 반주기분만큼 나타낸 도면이다.
- <175> 도 28d는, 도 27에 나타난 구성에 있어서 표면과 전송선로를 개재시켜 고주파 신호를 전송할 때의, zx 면내의 전계 분포의 변화를 12분의 1 주기 간격으로 반주기분만큼 나타낸 도면이다.
- <176> 도 28e는, 도 27에 나타난 구성에 있어서 표면과 전송선로를 개재시켜 고주파 신호를 전송할 때의, zx 면내의 전

계 분포의 변화를 12분의 1 주기 간격으로 반주기분만큼 나타낸 도면이다.

<177> 도 28f는, 도 27에 나타난 구성에 있어서 표면과 전송선로를 개재시켜 고주파 신호를 전송할 때의, zx면내의 전기 분포의 변화를 12분의 1 주기 간격으로 반주기분만큼 나타난 도면이다.

<178> 도 29a는, 도 27에 나타난 구성에 있어서 표면과 전송선로를 개재시켜 고주파 신호를 전송할 때의, xy면내의 자계 분포의 변화를 12분의 1 주기 간격으로 반주기분만큼 나타낸 도면이다.

<179> 도 29b는, 도 27에 나타난 구성에 있어서 표면과 전송선로를 개재시켜 고주파 신호를 전송할 때의, xy면내의 자기 분포의 변화를 12분의 1 주기 간격으로 반주기분만큼 나타낸 도면이다.

<180> 도 29c는, 도 27에 나타난 구성에 있어서 표면과 전송선로를 개재시켜 고주파 신호를 전송할 때의, xy면내의 자계 분포의 변화를 12분의 1 주기 간격으로 반주기분만큼 나타낸 도면이다.

<181> 도 29d는, 도 27에 나타난 구성에 있어서 표면과 전송선로를 개재시켜 고주파 신호를 전송할 때의, xy면내의 자계 분포의 변화를 12분의 1 주기 간격으로 반주기분만큼 나타낸 도면이다.

<182> 도 29e는, 도 27에 나타난 구성에 있어서 표면과 전송선로를 개재시켜 고주파 신호를 전송할 때의, xy면내의 자계 분포의 변화를 12분의 1 주기 간격으로 반주기만큼 나타난 도면이다.

<183> 도 29f는, 도 27에 나타난 구성에 있어서 표면과 전송선로를 개재시켜 고주파 신호를 전송할 때의, xy면내의 자기 분포의 변화를 12분의 1 주기 간격으로 반주기만큼 나타난 도면이다.

<184> 도 30은, 유전체로 이루어지는 표면과 전송선로의 주위에 발생하는 전기 분포와 자기 분포를 모식적으로 나타낸 도면이다.

<185> 도 31a는, 고주파 결합기의 결합용 전극의 표면에서 발생한 세로파의 전계(E_k)가 유전체로 이루어지는 표면과 전송선의 단부에서 표면파로서 갈아타는 모습을 나타낸 도면이다.

<186> 도 31b는, 고주파 결합기의 결합용 전극의 표면에서 발생한 세로파의 전계(E_k)가 유전체로 이루어지는 표면과 전송선의 단부에서 표면파로서 갈아타는 모습을 나타낸 도면이다.

<187> 도 32는, 도 27에 나타난 구성에 있어서, 송수신기 각각의 결합용 전극 사이즈를 바꾸었을 때의 전반손실(S_{21})을 유효요소법에 의한 시뮬레이션으로 구한 결과를 나타낸 도면이다.

<188> 도 33은, 도 27에 나타난 구성에 있어서, 표면과 전송선로의 굽기를 바꾸었을 때의 전반손실(S_{21})을 유한요소법에 의한 시뮬레이션으로 구한 결과를 나타낸 도면이다.

<189> 도 34는, 도 27에 나타난 구성에 있어서, 표면과 전송선로의 비유전률과 비투자율을 바꾸었을 때의 전반손실(S_{21})을 유한요소법에 의한 시뮬레이션으로 구한 결과를 나타낸 도면이다.

<190> 도 35는, 도 3에 나타낸 통신 시스템을 전력 전송에 응용했을 때의 구성예를 나타낸 도면이다.

<191> 도 36은, 도 3에 나타난 통신 시스템을 전력 전송에 응용한 다른 구성예를 나타낸 도면이다.

<192> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>

<193> 10. 송신기 11. 송신 회로부

<194> 12. 공진부 12A. 병렬인덕터

<195> 12B. 직렬인덕터 13. 발신용 전극

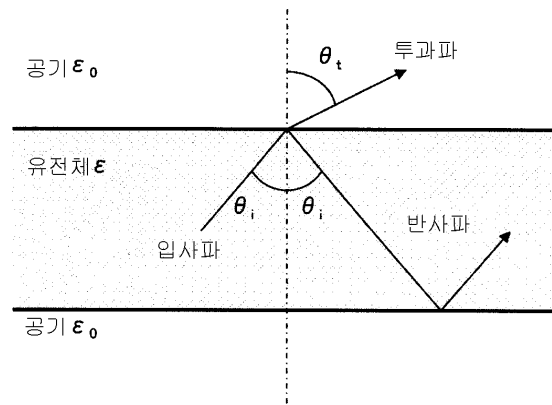
<196> 20. 수신기 21. 수신 회로부

<197> 22. 공진부 23. 수신용 전극

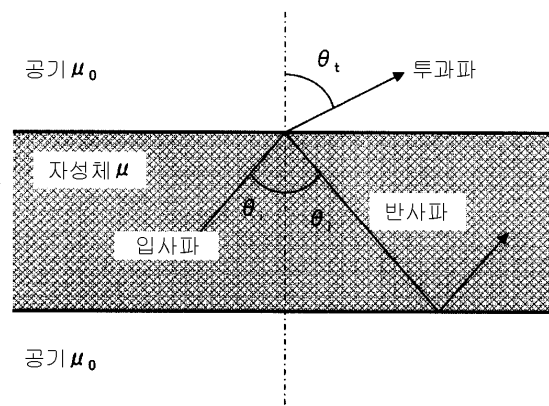
<198> 30. 표면파 전송선로 31. 외측층

도면

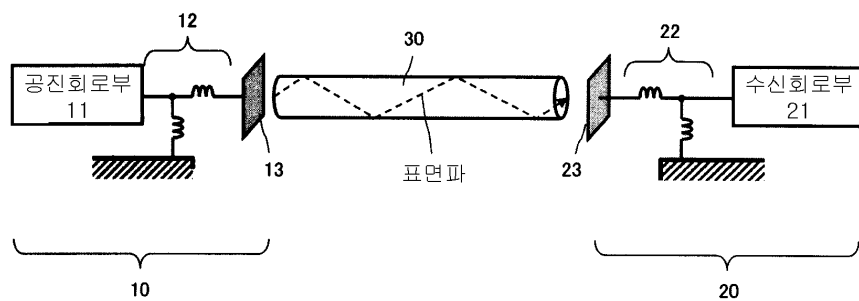
도면1



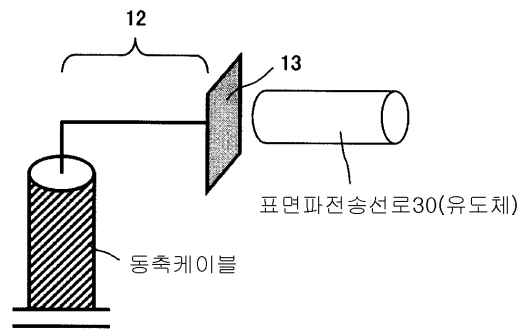
도면2



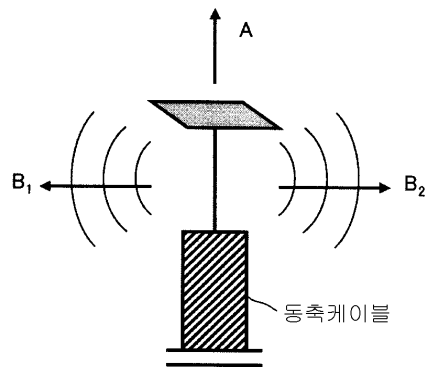
도면3



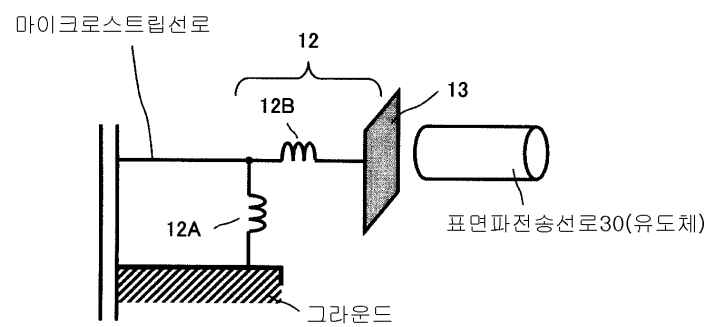
도면4



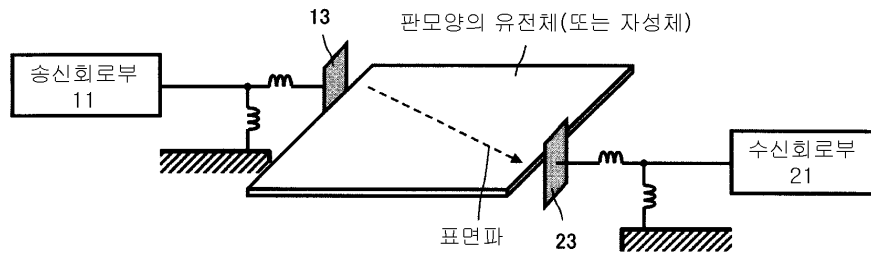
도면5



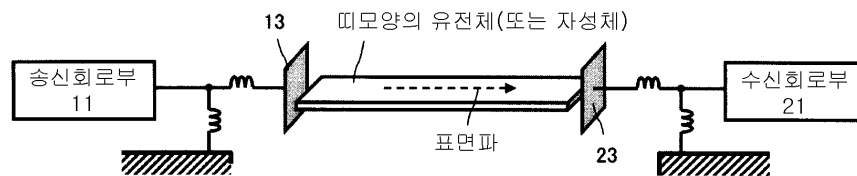
도면6



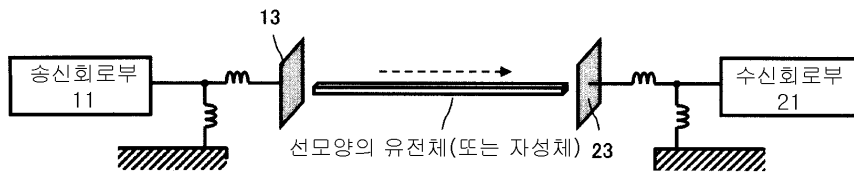
도면7



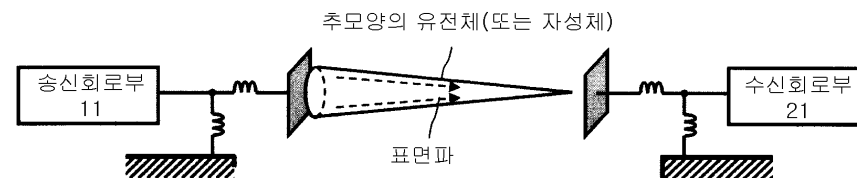
도면8



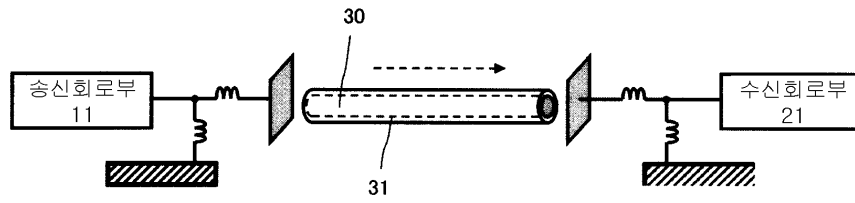
도면9



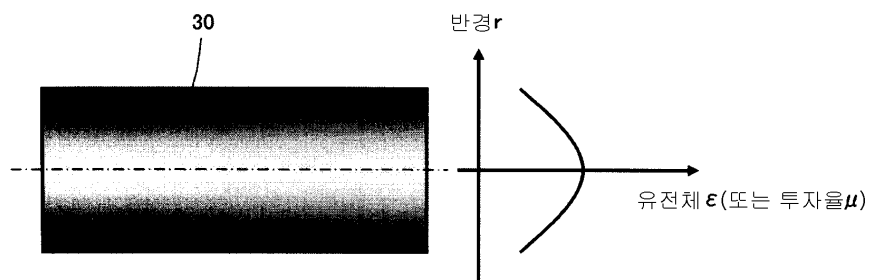
도면10



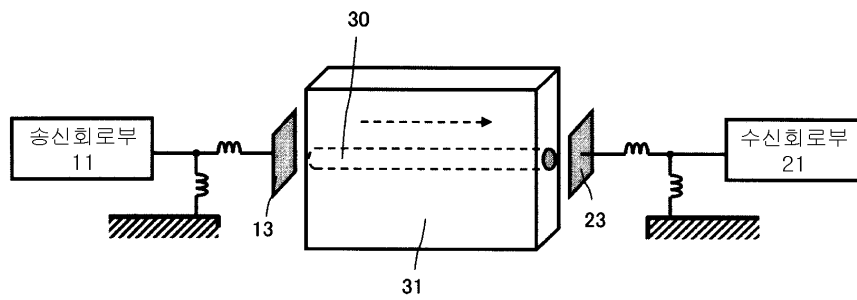
도면11



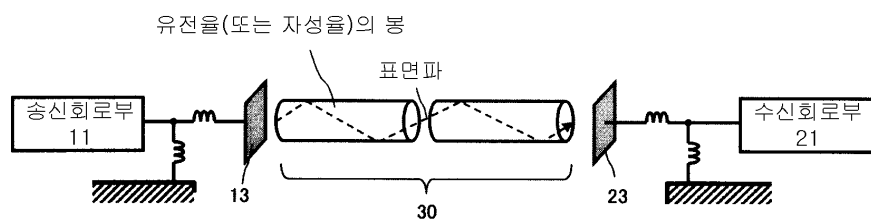
도면12



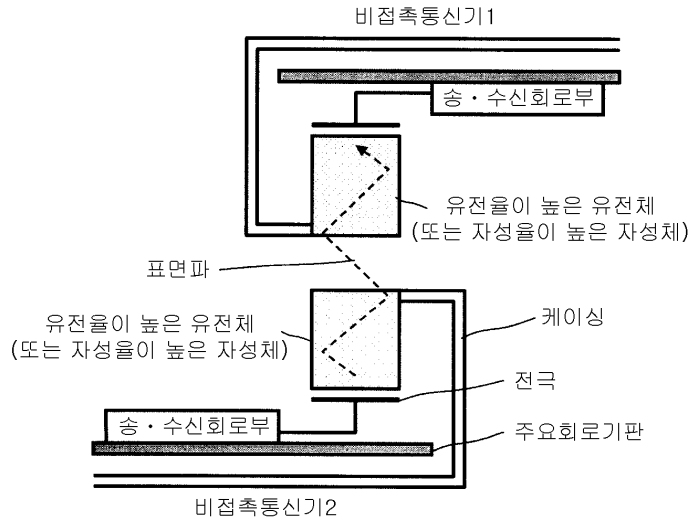
도면13



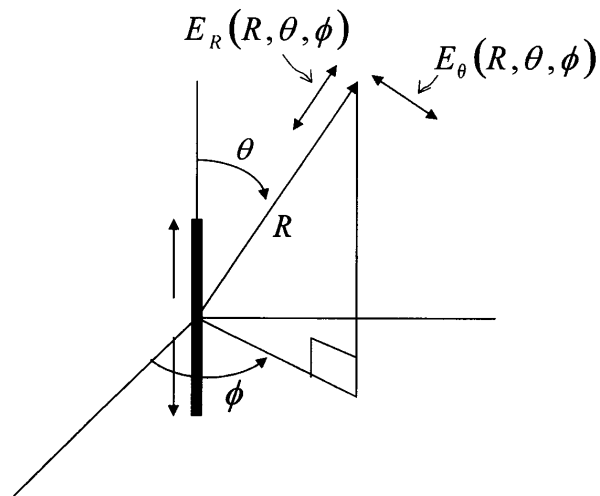
도면14



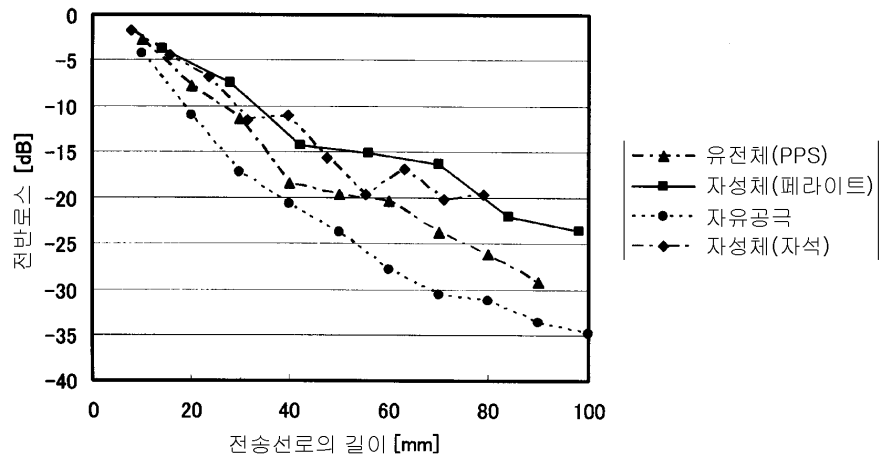
도면15



도면16



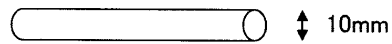
도면17a



도면17b

PPS (폴리페닐렌 술피드수지)

- 유전율 : 5~12
- 유전정접 : 0.002



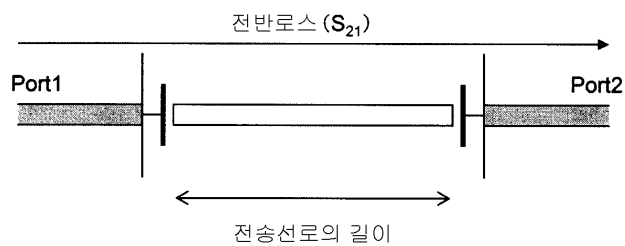
자성체(NiZn 페라이트)



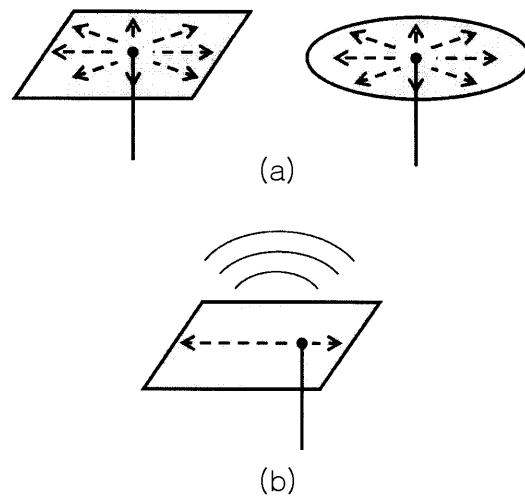
자성체(자석)



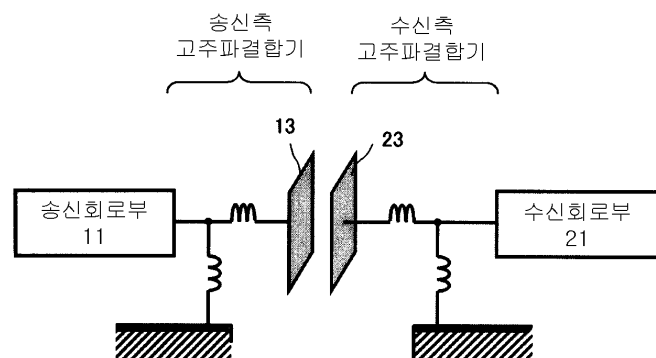
도면17c



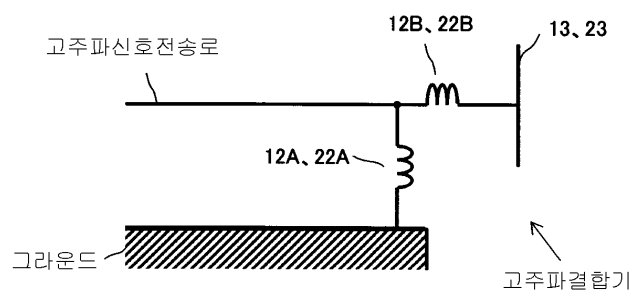
도면18



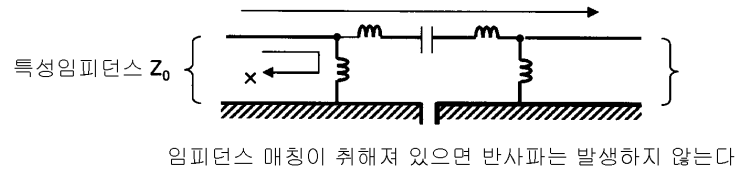
도면19



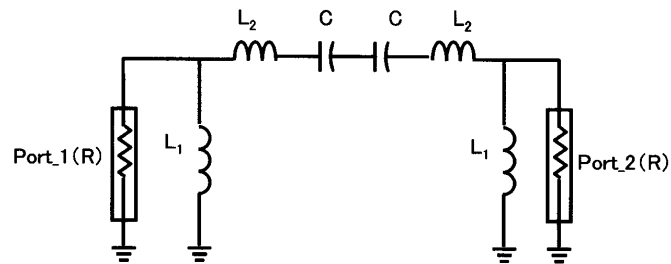
도면20



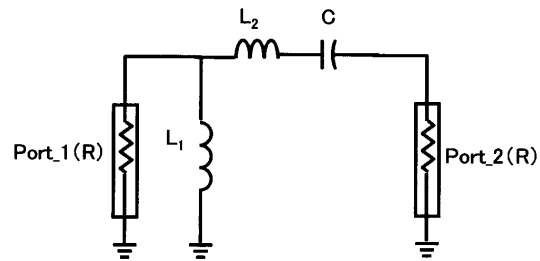
도면21



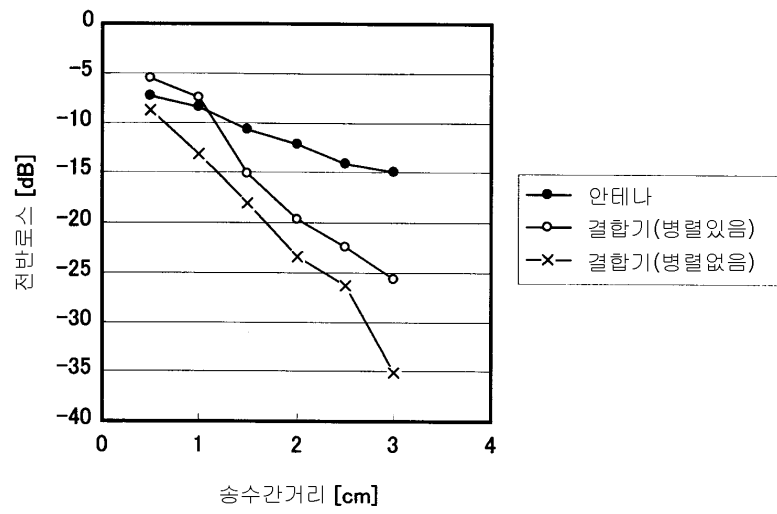
도면22



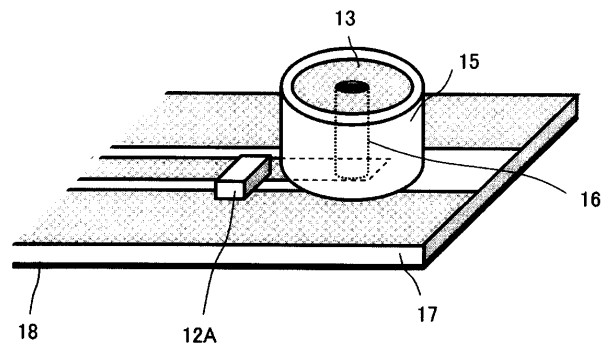
도면23



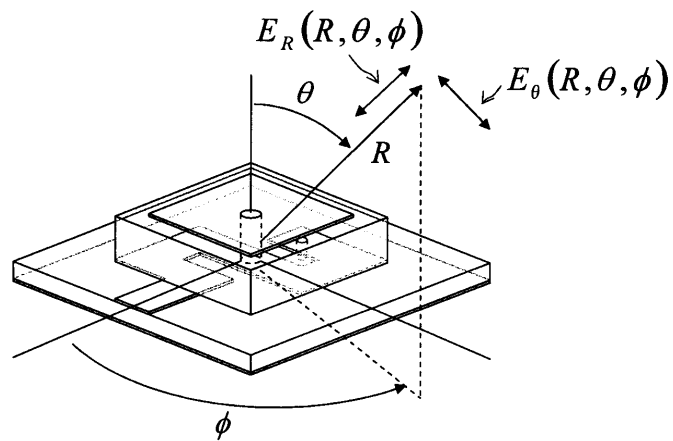
도면24



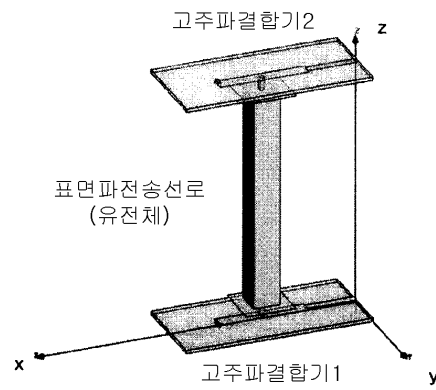
도면25



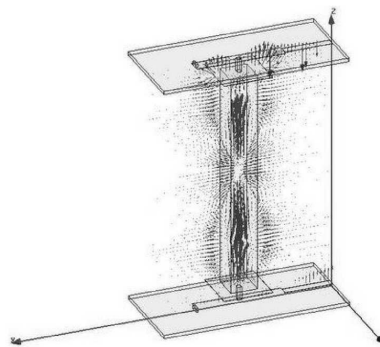
도면26



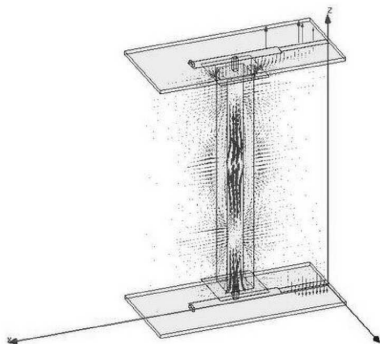
도면27



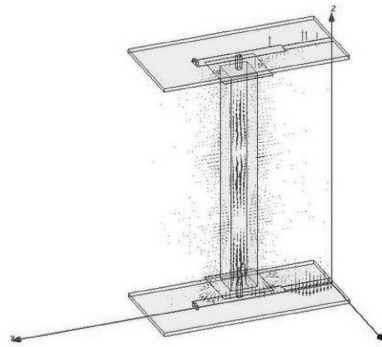
도면28a



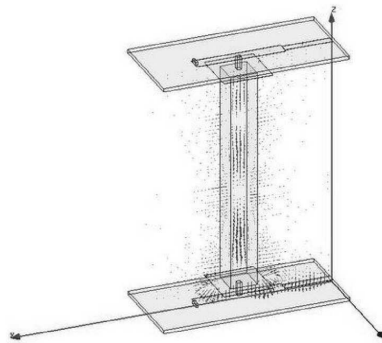
도면28b



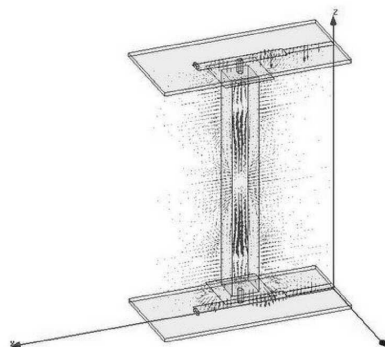
도면28c



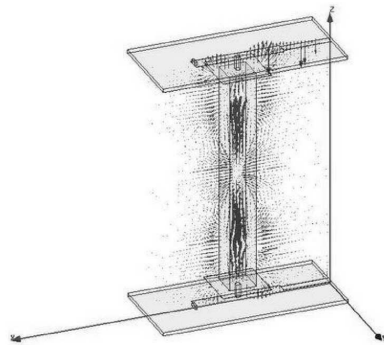
도면28d



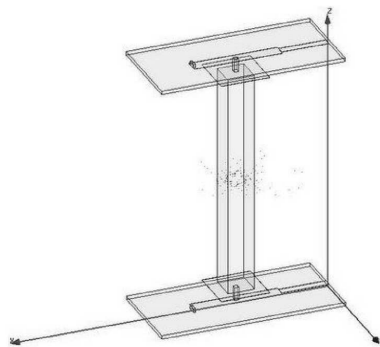
도면28e



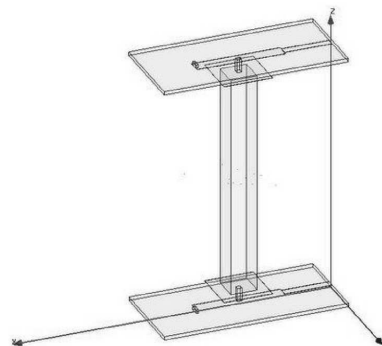
도면28f



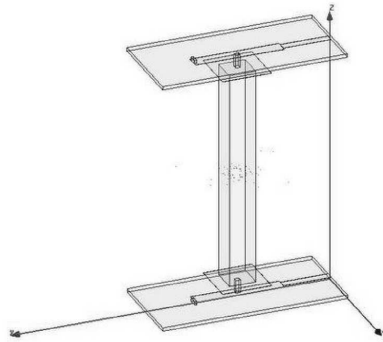
도면29a



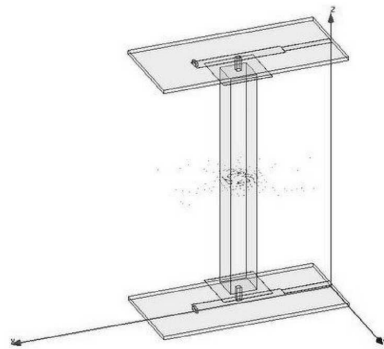
도면29b



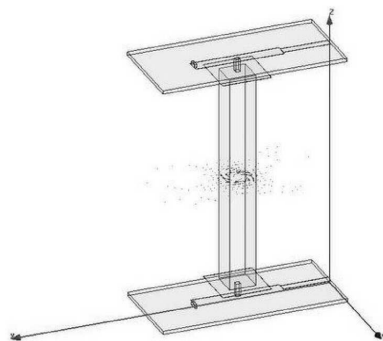
도면29c



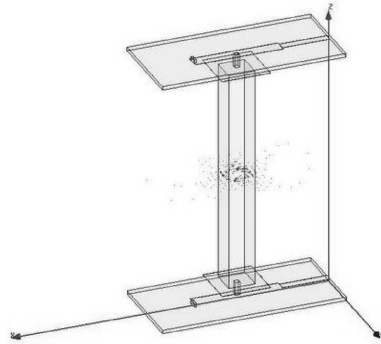
도면29d



도면29e

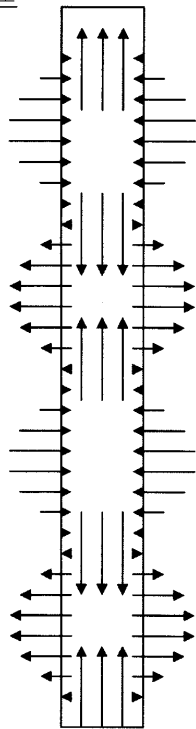


도면29f

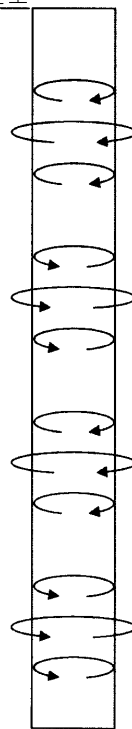


도면30

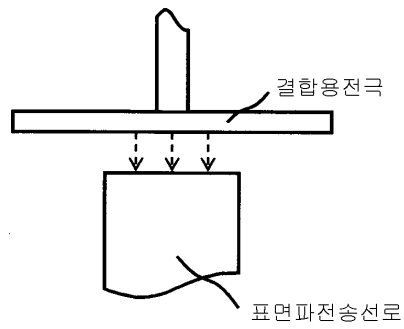
전계분포



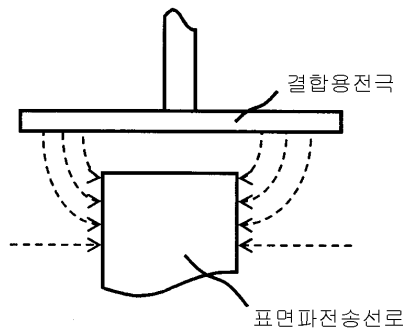
자기분포



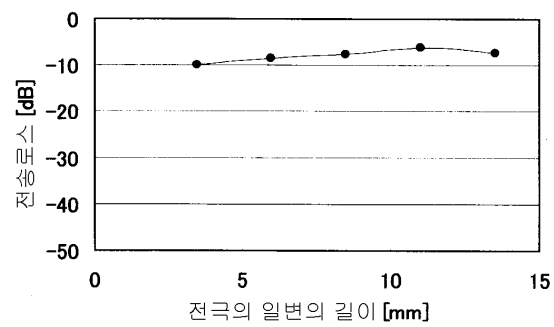
도면31a



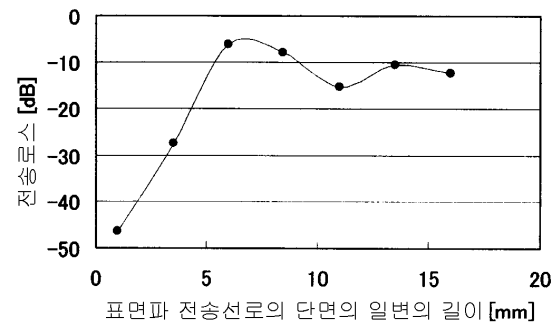
도면31b



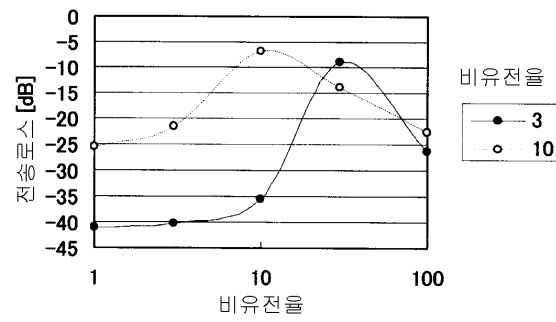
도면32



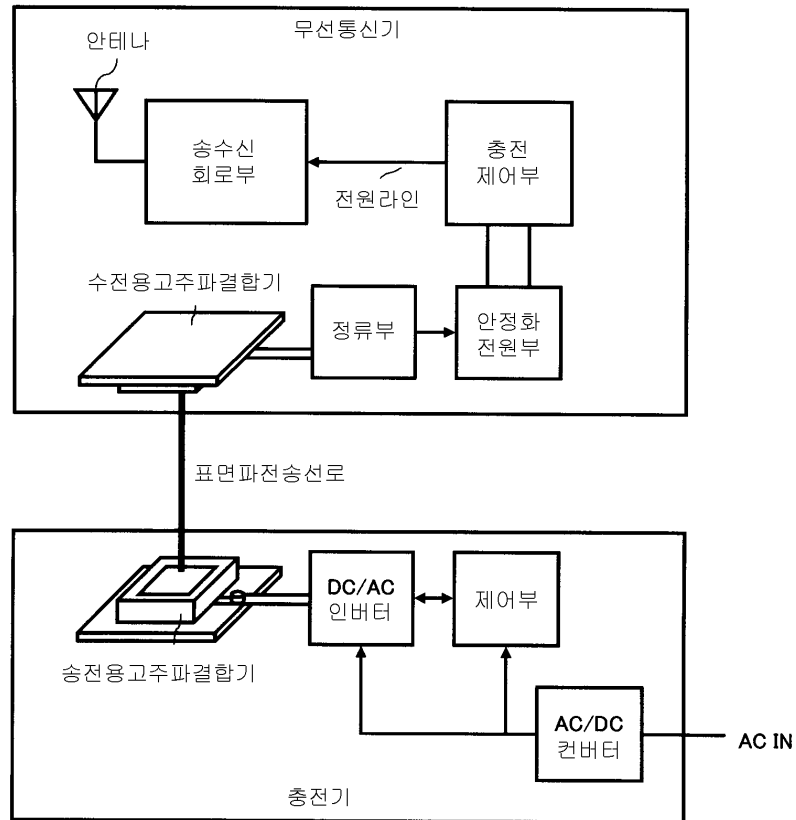
도면33



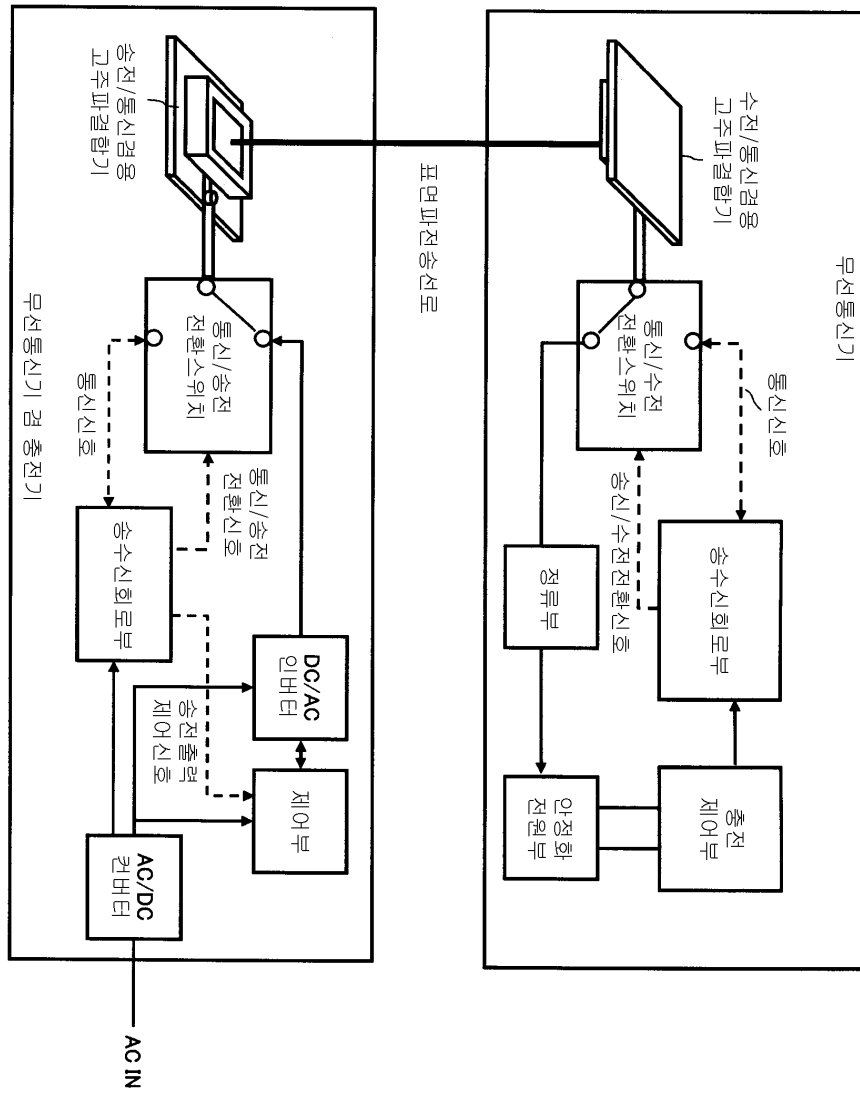
도면34



도면35



도면36



도 36