



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 등록특허공보(B1)

(45) 공고일자 2008년08월25일
 (11) 등록번호 10-0853994
 (24) 등록일자 2008년08월19일

(51) Int. Cl.
H01Q 1/24 (2006.01)
 (21) 출원번호 10-2006-0124478
 (22) 출원일자 2006년12월08일
 심사청구일자 2006년12월08일
 (65) 공개번호 10-2008-0052819
 (43) 공개일자 2008년06월12일
 (56) 선행기술조사문헌
 KR100678393 B1
 KR100745300 B1
 US20060066422 A1
 Microwave magazine, IEEE, vol. 5, Issue 3,
 Pages 34-50, September 2004

(73) 특허권자
주식회사 이엠따블유안테나
 서울 금천구 가산동 459-24
포항공과대학교 산학협력단
 경상북도 포항시 남구 효자동 산31 포항공과대학
 교내
 (72) 발명자
이동현
 울산 중구 약사동 삼성래미안아파트 1차 102동
 705호
장중훈
 대구 달서구 도원동 대곡강산타워 407동 805호
 (뒷면에 계속)

전체 청구항 수 : 총 8 항

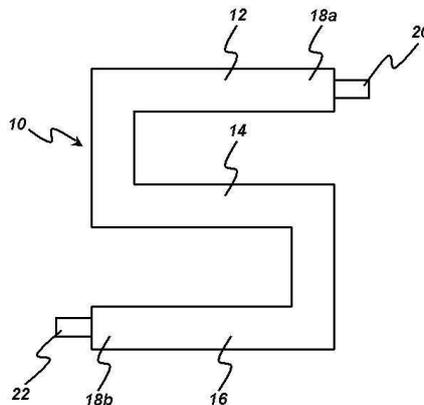
심사관 : 송현채

(54) 메타머티리얼 구조를 이용한 소형 안테나

(57) 요약

메타머티리얼 구조를 이용한 소형 안테나가 개시된다. 소형 안테나는 급전 소자와 접지면에 각각 접속된 2 개의 인덕티브 소자와 인덕티브 소자들 사이에 접속된 도체를 포함하며, 도체는 상호 이격되고 실질적으로 평행하게 배치된 적어도 2 개의 부분을 포함한다. 소형 안테나는 별도의 커패시터를 사용하지 않고 메타머티리얼 구조를 구현함으로써, 안테나의 제조 비용을 절감하고 소형화를 달성한다. 또한, 인덕티브 소자의 인덕턴스를 변경함으로써 안테나의 공진 주파수를 용이하게 변경할 수 있다.

대표도 - 도2



(72) 발명자

장경덕

대구 수성구 범물동 영남아파트 106동 905호

박위상

경북 포항시 남구 지곡동 756번지 교수숙소 4동
1194호

성원모

경기 시흥시 정왕동 대림4단지 1303동 401호

유병훈

서울시 서초구 방배동 1-15 (23/5) 방배아펠바움
102

특허청구의 범위

청구항 1

급전 소자에 접속된 제 1 인덕티브 소자;
 접지면에 접속된 제 2 인덕티브 소자; 및
 상기 제 1 인덕티브 소자와 상기 제 2 인덕티브 소자 사이에 접속된 하나의 도체를 포함하고,
 상기 도체는 상호 이격되고 평행하게 배치된 적어도 2 개의 부분을 포함하는, 안테나.

청구항 2

제 1 항에 있어서,
 상기 도체는 공간 채움 곡선 (Space-Filling Curve) 의 형태를 갖는, 안테나.

청구항 3

제 2 항에 있어서,
 상기 도체는 페아노 곡선 (Peano Curve) 의 형태를 갖는, 안테나.

청구항 4

제 1 항에 있어서,
 상기 제 1 인덕티브 소자 또는 상기 제 2 인덕티브 소자의 인덕턴스를 변화시킬 수 있는, 안테나.

청구항 5

제 4 항에 있어서,
 상기 제 1 인덕티브 소자 또는 상기 제 2 인덕티브 소자는 가변 인덕터인, 안테나.

청구항 6

제 4 항에 있어서,
 상기 제 1 인덕티브 소자 또는 상기 제 2 인덕티브 소자는,
 인덕턴스가 상이한 2 이상의 인덕터; 및
 상기 인덕터들 중 하나를 선택적으로 상기 도체와 접속하는 스위치를 포함하는, 안테나.

청구항 7

제 4 항에 있어서,
 상기 인덕턴스는 상기 안테나의 동작 환경에 따라 변화되는, 안테나.

청구항 8

제 1 항 내지 제 7 항 중 어느 한 항의 안테나를 포함하는 무선 통신 장치.

명세서

발명의 상세한 설명

발명의 목적

발명이 속하는 기술 및 그 분야의 종래기술

<6> 본 발명은 무선 통신용 안테나에 관한 것으로, 특히 영차 공진기 (ZOR; Zeroth Order Resonator) 로 동작하는

메타머티리얼 구조를 적용한 소형 안테나에 관한 것이다.

- <7> 안테나는 전자기파를 송신/수신하기 위한 무선 통신 장치의 필수 구성 요소로서, 특정 주파수의 전자기파에 대해 공진하여 그 주파수의 전자기파를 송신/수신하도록 구성된다. 여기서 공진 (resonance) 이라 함은, 일반적으로 특정 주파수에서 회로의 임피던스가 실수가 됨을 의미하며, 실제적으로는 특정 주파수에서 회로의 반사계수인 S11 파라미터가 급격히 감소하는 현상을 지칭한다.
- <8> 종래의 안테나는 1 차 모드의 공진 구조를 가진다. 즉, 종래의 안테나는 희망 주파수에 대응하는 파장 λ 에 대해 $\lambda/2$ 의 전기적 길이를 갖고 일단이 개방 (open) 되거나 단락 (short) 된 도선 (전송 선로) 으로 구성된다. 이에 의해, 도선을 따라 도파되는 전자기파는 도선 내에서 정상파 (standing wave) 를 형성하고, 공진이 발생하게 된다. 1 차 모드 공진 구조를 갖는 안테나는 안테나의 전기적 길이가 전적으로 공진 주파수에 의존하여 결정되므로, 안테나의 크기가 공진 주파수에 따라 변화하고 특히, 희망 공진 주파수가 낮아질수록 안테나가 커지는 단점이 있다.
- <9> 이러한 단점을 해결하기 위해, 안테나를 접지면 위에 형성하여 $\lambda/4$ 의 전기적 길이를 갖는 모노폴 안테나가 제안되었고, 모노폴 안테나의 크기를 더욱 줄이기 위해 헬릭스 (helix) 형태, 미앤더 (meander) 형태 등 복잡한 형상을 갖는 안테나가 제안되었다. 그러나, 제안된 안테나들 역시 여전히 공진 주파수에 의존하여 크기가 결정되는 한계를 벗어나지 못하였으며, 안테나가 소형화될수록 좁은 공간에 고정된 길이의 안테나를 형성하기 위해 그 형태가 더욱 복잡해지는 문제가 있다. 또한 안테나의 형태가 복잡해 질수록 형성된 도선 사이의 커플링에 의한 영향이 증가하는 등 안테나의 성능을 유지하는데도 어려움이 있다.
- <10> 1 차 공진을 이용한 종래 기술의 단점을 해결하기 위해 메타머티리얼을 이용한 0 차 공진 구조의 이용이 시도되고 있다. 메타머티리얼이란 자연에서 일반적으로 찾을 수 없는 특수한 전자기적 특성을 갖도록 인공적으로 설계된 물질 또는 전자기적 구조를 의미하는 것으로서, 본 기술 분야에서 일반적으로, 그리고 본 명세서에 있어서 메타머티리얼이라 함은 유전율 (permittivity) 과 투자율 (permeability) 이 모두 음수인 물질 또는 그러한 전자기적 구조를 의미한다.
- <11> 이러한 메타머티리얼을 이용하여 0 차 공진기 (ZOR) 를 구현하는 것이 가능하며, 메타머티리얼을 이용한 0 차 공진기 구현의 일 예가 Itoh 등의 미국 출원 제 11/092,143 호에 설명되어 있다. 0 차 공진기는 종래의 공진 구조와 달리 공진 주파수가 공진 구조의 전기적 길이와는 무관하게 결정된다. 0 차 공진기는 실질적으로 LC 공진 회로와 동일한 공진 구조를 가짐으로써, 회로에 포함되는 인덕터 및 커패시터의 인덕턴스와 커패시턴스가 공진 주파수를 결정한다. 따라서, 공진 주파수는 인덕턴스와 커패시턴스를 조정함으로써 변화될 수 있으며, 이를 이용한 안테나는 공진 주파수가 낮아지더라도 안테나의 크기가 대형화되지 않는다.
- <12> 메타머티리얼을 이용한 링 안테나 (Ring antenna) 가 알려져 있으며, 이는 도 1 에 도시된다.
- <13> 도 1a 를 참조하면, 메타머티리얼을 이용한 링 안테나 (100) 는 2 개의 전송 선로 (106, 108) 와 이들 전송 선로 (106, 108) 를 서로 접속하는 2 개의 커패시터 (110) 를 포함한다. 또한, 도체 (106 및 108) 는 각각 인덕터 (102) 및 인덕터 (104) 에 접속된다. 도체 (106, 108), 커패시터 (110) 및 인덕터 (102, 104) 는 인쇄회로기판 상에 인쇄되거나 실장되어 제조될 수 있다. 한편 인덕터 (102) 는 포스트 (post; 미도시) 를 통해 도체 (106, 108) 와 평행하게 배치된 접지면 (미도시) 에 접속되고, 인덕터 (104) 는 포스트 (미도시) 를 통해 급전소자에 접속된다.
- <14> 이와 같은 구성의 안테나 (100) 는 전기적으로 도 1b 에 도시된 안테나 셀 (200) 이 2 개 병렬 접속된 것으로 해석되며, 안테나 셀 (200) 은 0 차 공진에 의하여 안테나로 동작할 수 있다. 특히, 공진 주파수는 도체 (106', 108'), 인덕터 (102', 104') 및 커패시터 (110') 에 의해 구성되는 0 차 공진부에 의해 결정된다. 따라서, 안테나의 공진 주파수에 무관하게 안테나를 소형으로 제조할 수 있다.
- <15> 그러나, 도 1a 의 안테나 (100) 는 별도의 커패시터 (110) 를 이용하여 도체 (106, 108) 를 접속하므로, 안테나의 제조가 복잡해지고 안테나 소형화에 한계를 갖는다.

발명이 이루고자 하는 기술적 과제

- <16> 본 발명은 메타머티리얼 구조를 이용하면서도, 더욱 소형화되고 제조가 용이한 안테나를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <17> 또한 본 발명은 용이하게 공진 주파수를 변경할 수 있는 소형 안테나를 제공하는 것을 목적으로 한다.

발명의 구성 및 작용

- <18> 상술한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 일 실시형태에 따르면, 급전 소자에 접속된 제 1 인덕티브 소자; 접지면에 접속된 제 2 인덕티브 소자; 및 상기 제 1 인덕티브 소자와 상기 제 2 인덕티브 소자 사이에 접속된 도체를 포함하고, 상기 도체는 상호 이격되고 실질적으로 평행하게 배치된 적어도 2 개의 부분을 포함하는, 안테나가 제공된다.
- <19> 바람직하게는 상기 도체는 실질적으로 공간 채움 곡선 (Space-Filling Curve) 의 형태를 갖는다. 상기 도체는 실질적으로 페아노 곡선 (Peano Curve) 의 형태를 갖는 것이 더욱 바람직하다.
- <20> 또한, 상기 제 1 인덕티브 소자 또는 상기 제 2 인덕티브 소자의 인덕턴스를 변화시킬 수 있는 것이 바람직하다. 상기 제 1 인덕티브 소자 또는 상기 제 2 인덕티브 소자는 가변 인덕터인 것이 더욱 바람직하다. 상기 제 1 인덕티브 소자 또는 상기 제 2 인덕티브 소자는, 인덕턴스가 상이한 2 이상의 인덕터; 및 상기 인덕터들 중 하나를 선택적으로 상기 도체와 접속하는 스위치를 포함하는 것도 바람직하다.
- <21> 한편, 상기 인덕턴스는 상기 안테나의 동작 환경에 따라 변화되는 것이 바람직하다.
- <22> 상술한 목적을 달성하기 위하여, 본 발명의 다른 실시형태에 따르면, 상기 안테나를 포함하는 무선 통신 장치가 제공된다.
- <23> 이하 첨부한 도면을 참조하여 본 발명의 구체적인 실시형태를 설명한다. 설명되는 실시형태는 예시에 불과하며 본 발명은 이에 제한되지 않는다.
- <24> 도 2 는 본 발명의 일 실시형태에 따른 소형 안테나를 도시하는 도면이다. 본 실시형태의 안테나는 급전 소자 (미도시) 에 접속된 제 1 인덕티브 소자 (inductive element; 20), 접지면 (미도시) 에 접속된 제 2 인덕티브 소자 (22) 및 인덕티브 소자들 (20, 22) 사이에 접속된 도체 (10) 를 포함한다. 도체 (10) 는 인쇄 회로 기판 상에 인쇄 또는 에칭에 의해 형성될 수 있으며, 인덕티브 소자 (20, 22) 는 집중 정수 소자 (lumped element) 로 구현되어 인쇄 회로 기판 상에 실장될 수 있다. 그러나, 인덕티브 소자 (20, 22) 를 분포 정수 소자로 구현하는 것도 가능하다.
- <25> 제 1 인덕티브 소자 (20) 및 제 2 인덕티브 소자 (22) 는 접속 도체 (미도시) 에 의해 각각 급전 소자 및 접지면에 접속되며, 접속 도체가 안테나의 주 방사체로 동작한다. 안테나가 인쇄 회로 기판 상에 형성되는 경우, 접속 도체는 비아 (via) 또는 관통홀을 통해 인덕티브 소자 (20, 22) 와 접속될 수 있다. 한편, 접지면은 실질적으로 도체 (10) 에 평행하게 배치될 수 있다.
- <26> 도체 (10) 는 양 단부 (18a 및 18b) 에서 각각 제 1 인덕티브 소자 (20) 및 제 2 인덕티브 소자 (22) 와 접속되어, 급전 소자로부터 접지면까지의 전기적 경로를 이룬다. 또한, 도체 (10) 는 서로 이격되고 실질적으로 상호 평행하게 배치된 3 개의 부분 (12, 14 및 16) 을 포함한다. 이와 같이 도체 부분 (12, 14 및 16) 간의 이격 배치에 의하여 이들 사이에 커패시턴스가 발생한다. 따라서, 종래의 안테나와 달리 커패시터를 사용하지 않고 메타머티리얼 구조를 구현할 수 있다.
- <27> 구체적으로, 본 실시형태의 안테나에 의해, 제 1 인덕티브 소자 (20) - 도체 부분 (12) - 도체 부분 (12, 14) 간의 커패시턴스 - 도체 부분 (14, 16) 간의 커패시턴스 - 도체 부분 (16) - 제 2 인덕티브 소자 (22) 의 전기적 경로가 형성된다. 따라서 실질적으로 도 1b 에 도시된 것과 유사하게 2 개의 인덕터와 커패시터가 직렬로 접속된 메타머티리얼 구조가 형성되며, 0 차 공진기로 동작하게 된다.
- <28> 이와 같이 실질적으로 메타머티리얼 구조를 포함함으로써, 본 실시형태의 안테나는 안테나의 공진 주파수에 무관하게 안테나를 소형화할 수 있다. 뿐만 아니라, 별도의 커패시터를 사용하지 않고 메타머티리얼 구조를 구현함으로써 더욱 용이하고 낮은 비용으로 제조될 수 있을 뿐만 아니라 안테나를 더욱 소형으로 제조할 수 있다.
- <29> 한편, 도체 (10) 는 실질적으로 공간 채움 곡선 (Space-Filling Curve) 의 형태를 가질 수 있다. 공간 채움 곡선이란, 원, 직사각형 등의 2 차원 도형을 빈틈없이 채울 수 있는 곡선을 의미하는 것으로, 귀세페 페아노 (Giuseppe Peano) 에 의해 처음 설명된 이후 많은 수학자들이 다양한 형태의 곡선을 소개하였다. 즉, 본 실시형태의 도체 (10) 는 그 도체 (10) 가 형성될 수 있는 면적 내에서 그 면적을 채울 수 있는 단일한 곡선의 형태로 형성될 수 있다. 이에 의해, 한정된 면적 내에 긴 길이의 도체 (10) 를 효율적으로 형성할 수 있으며 그에 따라 도체에 의해 발생하는 전기적 특성을 최대한 이용할 수 있다. 또한, 정해진 면적 내에 효율적으로 도체를 형성하므로 안테나의 소형화를 달성할 수 있다.

- <30> 예를 들어, 도체 (10) 는 실질적으로 페아노 곡선 (Peano Curve) 의 형태로 형성될 수 있다. 2 개의 예시적인 페아노 곡선이 도 3 에 도시된다. 도시된 바와 같이 페아노 곡선의 양 끝점을 도체의 양 단부 (18a, 18b) 로 삼아 안테나를 형성할 수 있다. 이 경우, 도체의 형성 면적을 효율적으로 사용하면서 다양한 설계 변경을 가져올 수 있다. 예를 들어, 도 3(a) 의 1 차 페아노 곡선을 이용하는 경우에는 도 2 에 도시된 것과 동일한 안테나를 얻을 수 있는 반면, 도 3(b) 의 페아노 곡선을 이용하는 경우 커패시턴스 발생 부분이 증가하므로 메타머티리얼 구조에 의한 0 차 공진기에 있어 공진 주파수의 변화를 가져올 수 있다.
- <31> 그러나, 도체 (10) 의 형태는 설명된 것에 한정되지 않으며 실질적으로 커패시턴스를 발생하여 메타머티리얼 구조 형성에 기여할 수 있는 형태라면 여하한 것을 사용할 수 있음을 당업자는 용이하게 인식할 수 있을 것이다.
- <32> 도 2 의 실시형태의 안테나를 실제로 구현하여 그 특성을 시뮬레이션하였으며, 그 결과를 도 4 에 도시한다. 구현된 안테나는 1.77 GHz 에서 공진하도록 구현되었으며, 크기는 9 mm × 9 mm 였다. 한편 종래의 메타머티리얼 안테나를 동일한 공진 주파수를 갖도록 구현하여 비교예로 사용하였으며 그 크기는 9.1 mm × 12.4 mm 였다. 이와 같이 본 발명의 구현예의 안테나는 비교예에 비하여 그 크기가 약 30% 감소되었다. 한편, 도 4 의 그래프에 도시된 바와 같이, S11 값 - 10 dB 기준으로 구현예의 안테나는 127.2 MHz 의 대역폭을 갖는 반면, 비교예의 안테나는 105.6 MHz 의 대역폭을 가져 대역폭에 있어서도 구현예의 안테나가 우월함을 확인하였다.
- <33> 안테나의 공진 주파수는 0 차 공진 구조에 의해 결정되므로, 도체 (10) 의 형태 이외에 인덕티브 소자 (20, 22) 의 인덕턴스를 변경함으로써 공진 주파수가 변경될 수 있다. 예를 들어, 인덕티브 소자 (20, 22) 중 하나 이상은 가변 인덕터일 수 있다. 다르게는 인덕티브 소자 (20, 22) 중 하나 이상은 상이한 인덕턴스를 갖는 2 이상의 인덕터를 포함하고, 스위치에 의해 그 중 하나의 선택된 인덕터만을 도체 (10) 에 접속되도록 할 수 있다.
- <34> 인덕턴스의 변경은 사용자의 입력에 의해 이루어질 수도 있고, 안테나의 동작 상태를 감지하여 자동으로 이루어질 수도 있다. 예를 들어, 2 개의 상이한 주파수 대역을 사용하는 통신 서비스를 하나의 장치로 이용하고자 하는 경우, 사용자가 입력하는 서비스 선택 신호에 의하여 인덕턴스가 변경되고 안테나의 공진 주파수가 적절하게 조정될 수 있다. 반면, 동일한 서비스가 지리적 위치에 따라 상이한 주파수 대역을 이용하는 경우 혹은 장치의 위치에 따라 상이한 서비스를 이용하여야 하는 경우에는, 별도의 수단에 의해 결정된 장치의 위치에 따라 자동으로 인덕턴스가 변경되고 안테나의 공진 주파수가 조정될 수 있다.
- <35> 도 2 에 도시된 본 실시형태의 안테나를 구현하여, 인덕턴스 변경에 따른 공진 주파수 변화를 시뮬레이션하였으며, 그 결과를 도 5 에 도시한다. 먼저 제 1 인덕티브 소자 (20) 의 인덕턴스를 15 nH 로, 제 2 인덕티브 소자 (22) 의 인덕턴스를 39 nH 로 하여 1.77 GHz 의 공진 주파수를 갖는 안테나를 얻을 수 있었다 (구현예 1). 반면, 제 1 인덕티브 소자 (20) 의 인덕턴스를 27 nH 로, 제 2 인덕티브 소자 (22) 의 인덕턴스를 100 nH 로 한 경우 안테나는 1.29 GHz 의 공진 주파수를 가졌다 (구현예 2). 따라서, 인덕턴스 변경에 의하여 안테나의 공진 주파수를 조정할 수 있음을 확인하였다.
- <36> 이상 본 발명의 구체적인 실시형태와 관련하여 설명하였으나, 이는 예시에 불과하며 본 발명은 이에 제한되지 않는다. 당업자는 본 명세서에 설명된 원리에 기초하여 본 발명을 다양하게 변경 또는 변형할 수 있을 것이며, 이러한 변경 또는 변형 역시 본 발명의 범위에 속한다. 예를 들어, 안테나의 구현을 위한 구체적인 소자의 종류, 인덕턴스, 커패시턴스, 도체의 재질, 기관의 종류, 안테나의 크기 등은 당업자가 용이하게 선택할 수 있다. 또한 메타머티리얼, 도체 등 구체적인 용어로 설명된 구성요소는 기능적으로 균등한 구조 또는 재질로 용이하게 변경할 수 있다. 따라서, 본 발명의 권리 범위는 명세서의 설명이 아니라 청구범위에 기재된 사항에 의해서 정해져야 한다.

발명의 효과

- <37> 본 발명에 따르면, 메타머티리얼 구조를 이용하는 동시에 커패시터를 사용하지 않아 더욱 소형화되고 제조가 용이한 안테나를 얻을 수 있다.
- <38> 또한 본 발명에 의하면 인덕턴스 변경에 의하여 용이하게 공진 주파수를 변경할 수 있는 소형 안테나를 얻을 수 있다.

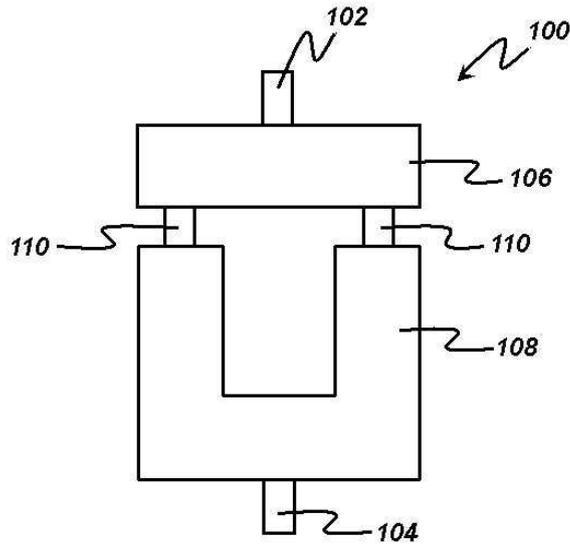
도면의 간단한 설명

- <1> 도 1a 및 도 1b 는 종래의 링 안테나를 도시하는 도면.

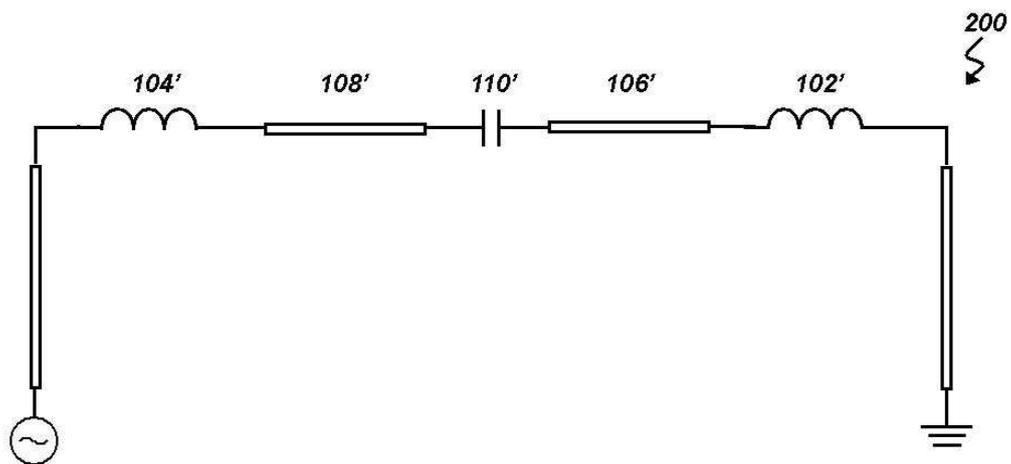
- <2> 도 2 는 본 발명의 일 실시형태에 따른 소형 안테나를 도시하는 도면.
- <3> 도 3 은 페아노 곡선을 나타내는 도면.
- <4> 도 4 는 본 발명의 일 구현예의 소형 안테나의 반사 계수를 나타내는 그래프.
- <5> 도 5 는 본 발명의 일 실시형태에 따른 소형 안테나의 공진 주파수 조정을 설명하는 그래프.

도면

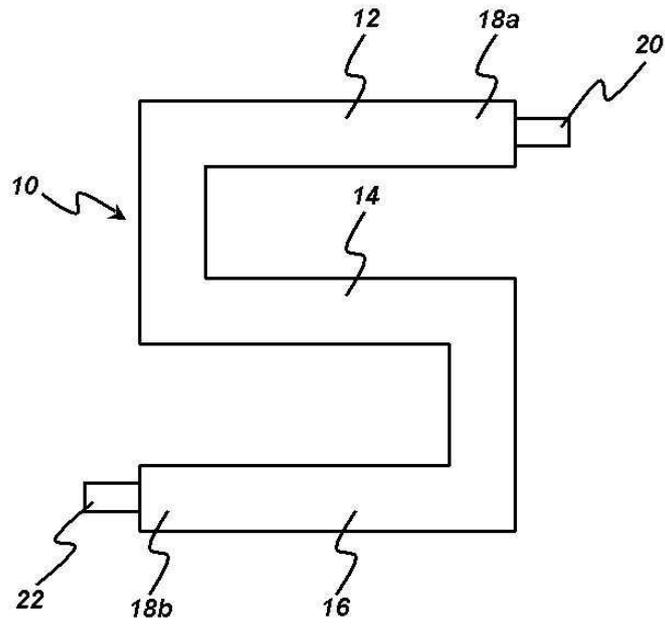
도면1a



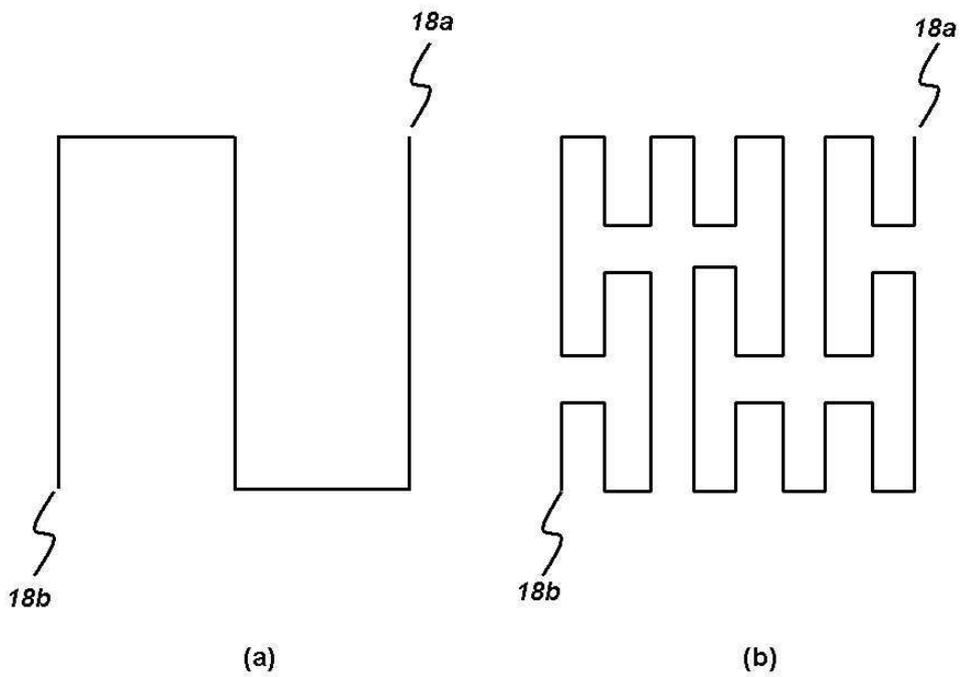
도면1b



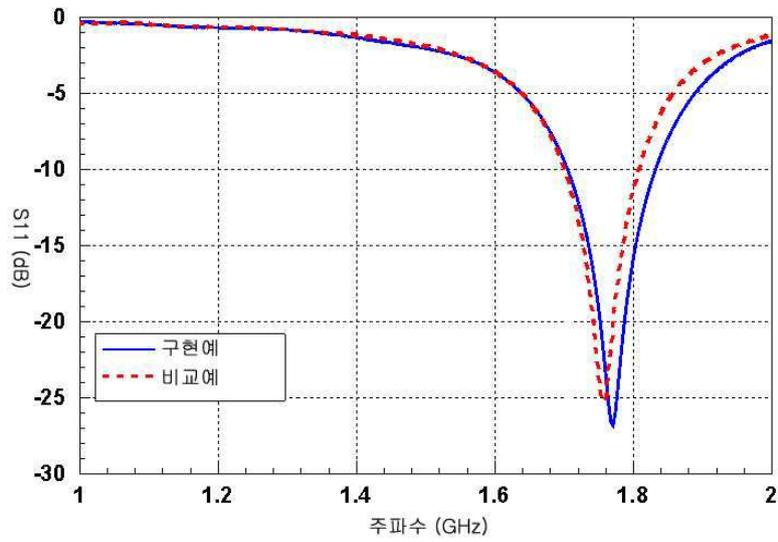
도면2



도면3



도면4



도면5

