



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2011-0069677
(43) 공개일자 2011년06월23일

(51) Int. Cl.

H01P 3/00 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2010-0037613

(22) 출원일자 2010년04월22일

심사청구일자 2010년04월22일

(30) 우선권주장

1020090126237 2009년12월17일 대한민국(KR)

(71) 출원인

한국전자통신연구원

대전 유성구 가정동 161번지

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

최재익

대전광역시 서구 삼천동 국화아파트 202-402

이왕주

대전광역시 유성구 어은동 한빛아파트 119-1003

(뒷면에 계속)

(74) 대리인

특허법인 신지, 유경열, 박진석

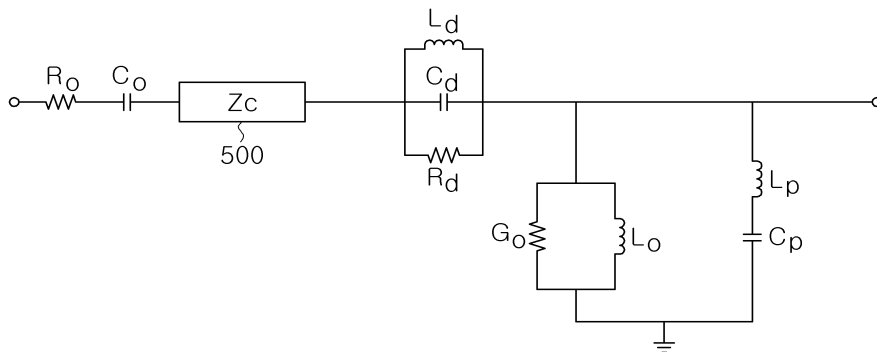
전체 청구항 수 : 총 15 항

(54) 메타메터리얼 전송선 장치 및 그 제조방법

(57) 요약

전자기파의 전송을 위한 메타메터리얼 전송선에 관한 것으로, 하단에 접지면이 형성된 기판, 기판 위에 형성된 신호선 및 접지면의 일부 영역이 식각되어 형성된 식각 영역과, 식각 영역 일부에 형성되며, 신호선 일부에서 확장된 형태로 형성되는 두 개의 금속 영역을 포함하는 결함접지구조(DGS)부를 포함하는 메타메터리얼 전송선 장치에 의해 메타메터리얼 전송선의 구조를 보다 간단하게 구현할 수 있고, 높은 주파수에서의 간섭 문제에 따른 영향을 줄임으로써, 간섭 문제를 해결할 수 있다.

대표도 - 도3



(72) 발명자

이범선

경기도 용인시 기흥구 보정동 신촌마을 포스홈타운
307-1602호

김택규

경기도 용인시 수지구 풍덕천2동 삼성5차
501-1404호

이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 2009-F-033-01

부처명 지식경제부

연구관리전문기관

연구사업명

연구과제명 메타 전자파 구조를 이용한 전파(RF)스펙트럼 개선 기술 연구

기여율

주관기관 한국전자통신연구원

연구기간 2009년 03월 01일 ~ 2014년 02월 28일

특허청구의 범위

청구항 1

하단에 접지면이 형성된 기판;

상기 기판 위에 형성된 신호선; 및

접지면의 일부 영역이 식각되어 형성된 식각 영역과, 상기 식각 영역 일부에 형성되며, 상기 신호선 일부에서 확장된 형태로 형성되는 두 개의 금속 영역을 포함하는 결합접지구조(DGS)부;를 포함하는 메타메터리얼 전송선 장치.

청구항 2

제 1항에 있어서,

상기 신호선에서 접지면까지 형성되는 접지 비아(via)를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 메타메터리얼 전송선 장치.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 신호선의 적어도 일부를 식각하여 형성된 인터디지털 캐패시터를 포함하는 직렬 캐패시터부;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 메타메터리얼 전송선 장치.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 직렬 캐패시터부는 신호선의 적어도 일부가 미앤더 라인 형태로 식각된 것을 특징으로 하는 메타메터리얼 전송선 장치.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

사각 패치 구조; 및

상기 사각 패치 구조를 상기 신호선에 연결하여 상기 사각 패치 구조의 임피던스를 변화시키는 병렬 스테브;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 메타메터리얼 전송선 장치.

청구항 6

제 5 항에 있어서,

상기 병렬 스테브의 길이 변경에 따라 인덕턴스가 가변되는 것을 특징으로 하는 메타메터리얼 전송선 장치.

청구항 7

제 5 항에 있어서,

상기 사각 패치 구조의 넓이에 따라 캐패시턴스가 가변되는 것을 특징으로 하는 메타메터리얼 전송선 장치.

청구항 8

제 2 항에 있어서,

상기 접지 비아 반지름에 따라 인덕턴스값이 가변되는 것을 특징으로 하는 메타메터리얼 전송선 장치.

청구항 9

제 1 항에 있어서,

상기 식각 영역은 상기 금속 영역의 적어도 일부 둘레를 따라 형성된 것을 특징으로 하는 메타메тери얼 전송선 장치.

청구항 10

제 1 항에 있어서,

상기 식각 영역은 상기 두 개의 금속 영역 사이와 상기 신호선 일부의 식각 영역이 연결된 형태인 것을 특징으로 하는 메타메тери얼 전송선 장치.

청구항 11

신호선이 형성된 기 하단의 접지면 및 신호선 일부를 식각하는 단계; 및

상기 식각 부분 내에 신호선 일부에서 확장된 형태로 형성되는 두 개의 금속 영역을 삽입하는 단계;를 포함하는 것을 특징으로 하는 메타메тери얼 전송선 제조방법.

청구항 12

제 11항에 있어서,

상기 신호선에서 접지면까지 접지 비아를 형성하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 메타메тери얼 전송선 제조방법.

청구항 13

제 11항에 있어서,

신호선의 적어도 일부를 식각하여 직렬 캐패시터부를 형성하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 메타메тери얼 전송선 제조방법.

청구항 14

제 13항에 있어서, 상기 직렬 캐패시터부를 형성하는 단계는,

상기 직렬 캐패시터부를 미앤더 라인 형태로 식각하여 형성하는 것을 특징으로 하는 메타메тери얼 전송선 제조방법.

청구항 15

제 11항에 있어서,

사각 패치 구조를 형성하는 단계; 및

상기 사각 패치 구조를 상기 신호선에 연결하여 상기 사각 패치 구조의 임피던스를 변화시키는 병렬 스텔브를 형성하는 단계;를 더 포함하는 것을 특징으로 하는 메타메тери얼 전송선 제조방법.

명세서

기술 분야

[0001] 본 발명은 전자기파의 전송을 위한 전송선에 관한 것으로, 특히 메타메тери얼 전송선 및 그 제조방법에 관한 것이다.

[0002] 본 발명은 지식경제부 사업의 일환으로 수행한 연구로부터 도출된 것이다. [과제관리번호: 2009-F-033-01, 과제명: 메타 전자파 구조를 이용한 전파(RF) 스펙트럼 개선 기술 연구]

배경 기술

[0003] 일반적으로 전자기파는 전기장의 방향과 자기장의 방향, 전력의 방향이 오른손 법칙에 따라 특정 방향으로 직각을 이루도록 형성된다.

- [0004] 얇은 도선(thin wire)과 개방 루프(split ring resonator)를 이용하여 인공적 구조를 만들고 오른손 법칙이 아닌 왼손 법칙에 따라 전기장의 방향과, 자기장의 방향, 전력의 방향이 형성되도록 전자파가 진행하는 전송선이 메타메тери얼(metamaterial)전송선이라 한다.
- [0005] 얇은 도선과 개방 루프를 이용하여 왼손법칙에 따라 전기장, 자기장, 전력의 방향이 형성되도록 전파를 전송하는 실험은 광학 영역에서 시작되었지만, 이를 전송선에 적용시키면서 마이크로파 대역에서도 메타메тери얼에 관한 연구가 진행되고 있다.
- [0006] 메타메тери얼을 전송선에 적용할 때에는, 직렬 캐패시터와 병렬 인덕터를 전송선에 삽입함으로써 구현할 수 있다.
- [0007] 이 같은 구조는 전파상수가 0인 주파수 또는 영차 공진 주파수라고도 불리는 천이 주파수 이하에서는 음의 전파상수를 갖는 현상을 갖게 된다.
- [0008] 또한 기존의 전송선에서는 전파상수가 0일 경우 전자기파가 진행할 수 없지만, 메타메тери얼이 적용된 전송선에서는 전파상수가 0이라도 전자기파가 진행할 수 있다.
- [0009] 천이 주파수는 전파 상수가 0이기 때문에, 해당 영역에서는 모두 동일한 필드 크기를 볼 수 있으며, 이를 무한 파장이라 한다.
- [0010] 최근에는 이 같은 무한 파장을 갖는 주파수를 두 개 갖는 메타메тери얼 전송선이 제안되었는데, 이는 직렬 캐패시터와 병렬 인덕터로 구현해야 하기 때문에 그 구조가 복잡하다는 단점이 있다.

발명의 내용

해결하려는 과제

- [0011] 본 발명은 이 같은 문제를 해결하기 위해 도출된 것으로, 결함접지구조(defected ground structure, DGS)를 이용하여 구조가 간단한 메타메тери얼 전송선을 제안하는 것을 목적으로 한다.

과제의 해결 수단

- [0012] 상기 기술적 과제는 하단에 접지면이 형성된 기판, 기판 위에 형성된 신호선 및 접지면의 일부 영역이 식각되어 형성된 식각 영역과, 식각 영역 일부에 형성되며, 신호선 일부에서 확장된 형태로 형성되는 두 개의 금속 영역을 포함하는 결함접지구조(DGS)부를 포함하는 메타메тери얼 전송선 장치에 의해 달성된다.
- [0013] 일 양상에 따라 메타메тери얼 전송선 장치는 신호선에서 접지면까지 형성되는 접지 비아(via)를 더 포함한다. 또한 다른 양상에 따르면 신호선의 적어도 일부를 식각하여 형성된 인터디지털 캐패시터를 포함한다. 또 다른 양상에 따라 사각 패치 구조 및 사각 패치 구조를 상기 신호선에 연결하여 상기 사각 패치 구조의 임피던스를 변화시키는 병렬 스타브를 더 포함한다.
- [0014] 한편 상기 기술적 과제는 신호선이 형성된 기 하단의 접지면 및 신호선 일부를 식각하는 단계 및 상기 식각 부분 내에 신호선 일부에서 확장된 형태로 형성되는 두 개의 금속 영역을 삽입하는 단계를 포함하는 것을 특징으로 하는 메타메тери얼 전송선 제조방법에 의해서도 달성된다.

발명의 효과

- [0015] 본 발명에 따르면, 메타메тери얼 전송선의 구조를 보다 간단하게 구현할 수 있고, 높은 주파수에서의 간섭 문제에 따른 영향을 줄임으로써, 간섭 문제를 해결할 수 있다.
- [0016] 즉, 개선된 DGS 구조를 이용한 메타메тери얼 전송선은 두 가지의 영차 공진 주파수를 가지며, 무한 파장 및 음의 전파상수를 생성할 수 있다. 또한 임의의 주파수 혹은 높은 주파수에서도 간섭 없이 메타메тери얼 전송선을 구현할 수 있다.

도면의 간단한 설명

- [0017] 도 1은 일반 전송선에서 전기장 분포와 자기장 분포를 도시한 예시도,
도 2는 메타메тери얼 전송선에서 전기장 분포와 자기장 분포를 도시한 예시도,

도 3은 메타메터리얼 전송선의 등가 회로 예시도,

도 4는 일 실시예에 따른 메타메터리얼 전송선의 단일 셀 모델 예시도,

도 5는 일 실시예에 따른 메타메터리얼 전송선 제작 방법의 흐름도이다.

발명을 실시하기 위한 구체적인 내용

- [0018] 전술한, 그리고 추가적인 본 발명의 양상들은 첨부된 도면들을 참조하여 설명되는 바람직한 실시예들을 통해 더욱 명확해질 것이다. 이하에서는 본 발명을 이러한 실시예들을 통해 당업자가 용이하게 이해하고 재현할 수 있도록 상세히 설명하기로 한다.
- [0019] 도 1은 일반 전송선에서 전기장 분포와 자기장 분포를 도시한 예시도이다.
- [0020] 도 1에 도시된 바와 같이, 전송선에서 전자기파가 진행할 때에는 전기장(a)의 방향과 자기장(b)의 방향, 전력의 방향이 오른손 법칙에 따라 결정되고 유지된다. 이때 도 1에서 알 수 있듯이, 전기장과 자기장의 크기는 정현파 형태이다.
- [0021] 도 2는 메타메터리얼 전송선에서 전기장 분포와 자기장 분포를 도시한 예시도이다.
- [0022] 메타메터리얼 전송선은 기존의 전송선에 직렬 캐패시터와 병렬 인덕터를 인공적으로 삽입하여 전파 상수가 0 또는 음의 값을 갖도록 한 것이다.
- [0023] 캐패시터와 인덕터가 전송선에 주기적으로 삽입될 때 매칭 조건(matching condition)을 만족한다면 저지대역 없이 넓은 대역에서 전파가 잘 통하며 전파 상수가 0 또는 음의 값을 갖기도 한다.
- [0024] 도 2에 도시된 바와 같이 전파 상수가 0이 되는 경우에는 전기장(a')과 자기장(b')이 일반 전송선에서와는 다르게 단일 셀 내부에서 그 크기가 일치한다.
- [0025] 전파 상수가 0이 되는 주파수를 보통 천이 주파수 혹은 0차 공진 주파수라 한다. 그리고 매칭 조건을 만족하면 천이 주파수 부근의 주파수들이 모두 통과 대역을 형성하게 된다. 이때 천이 주파수에서는 단일 셀 내의 전기장과 자기장이 모두 같은 크기와 방향을 형성하게 되고, 이때 무한 파장을 형성하게 된다.
- [0026] 매칭 조건을 만족하게 되면 천이 주파수 부근에 모두 통과 대역이 형성된다. 이때, 천이 주파수에서는 단일 셀 내의 전기장과 자기장이 모두 같은 크기와 방향을 형성하게 된다. 따라서 무한 파장을 형성하게 된다. 기존에 메타메터리얼 전송선은 조건에 따라 하나의 0차 공진 주파수를 갖게 된다. 최근에는 이를 개량하여 0차 공진 주파수가 두 개가 되도록 하는 새로운 전송선 연구가 활발해지고 있다.
- [0027] 도 3은 메타메터리얼 전송선의 등가 회로 예시도이다.
- [0028] 일 실시예에 있어서 도 3에 도시된 등가회로에 포함되는 회로 소자들은 집중정수 소자와 분포정수 소자로 나뉘어진다. 일반적인 전송선로(500)는 분포정수 소자이고, 나머지 소자들은 집중정수 소자이다. 전송선로(500)는 단일 셀의 길이 d만큼 길이에 단위 길이당 직렬 인덕턴스(L H/m)와 병렬 캐패시턴스(C F/m)를 갖는다. 따라서 단일 셀의 길이 d 안의 분포정수 값들은 집중 정수화해서 나타낼 수 있다. 전송선로(500) 전체가 갖는 직렬 인덕턴스는 $L_d(H)$ 이고 병렬 캐패시턴스는 $C_d(F)$ 이다. 따라서 도 3의 등가회로는 전송선로(500)가 갖는 직렬 인덕턴스 L_d 와 직렬 캐패시턴스(C_o)의 가로방향의 직렬 공진회로, 전송선로(500)가 갖는 병렬 캐패시턴스(C_d)와 세로 방향의 병렬 인덕턴스(L_o)의 공진회로, DGS 구조(L_d, C_d)에서 발생하는 가로방향의 병렬 공진 회로, 세로 방향의 직렬 공진회로(L_p, C_p)까지 총 4개의 공진 회로를 포함한다.
- [0029] 모든 공진회로의 공진 주파수를 ω_0 라 하면, ω_0 아래의 주파수에서는 C_o, L_d, L_p, C_d 가 동작하고, ω_0 위의 주파수에서는 L_d, C_d, C_p, L_o 가 동작한다. 즉, 두 개의 영차 공진을 갖는 메타메터리얼 전송선이 존재하는 것과 같은 효과가 나타난다. 단 모든 회로의 공진 주파수인 ω_0 에서는 도 3에 도시된 등가회로는 저지 대역(stop band)을 갖는다.
- [0030] 도 3에 도시된 등가회로는 두 개의 0차 공진회로를 갖는데, 각각의 0차 공진 주파수를 ω_{z1}, ω_{z2} 라 하면, ($\omega_{z1} < \omega_0 < \omega_{z2}$) ω_{z1} 아래의 주파수에서는 음의 전파상수를 갖는 영역(LH:Left-Handed), ω_{z1} 위의 주파수에서는 양의 전파상수를 갖는 영역(RH :Right-Handed)이 되고, ω_0 부근에서는 저지대역을 갖는다. 또한 ω_{z2} 아래의 주파수

에서는 마찬가지로 음의 전파상수를 갖는 영역, ω_{z2} 위의 주파수에서는 양의 전파상수를 갖는 영역이 된다.

- [0031] 일 실시예에 있어서, 도 3에 도시된 등가회로에 들어가는 캐패시턴스와 인덕턴스의 값은 임의로 넣었을 경우에, 두 개의 0차 공진 주파수 부근에서 저지 대역이 생기게 된다. 이를 제거하고 넓은 통과 대역을 얻으려면, 이중 영차 공진회로에 대한 매칭 조건이 필요하다. 예를 들어 $(L_p)C_d=L_p(C_d)$ 와 같은 조건을 만족하도록 설계할 수 있다.
- [0032] 도 4는 일 실시예에 따른 메타메터리얼 전송선의 단일 셀 모델 예시도이다.
- [0033] 도 4에 도시된 바와 같이 일 실시예에 따른 메타메터리얼 전송선 장치는 기존 전송선에 인공 구조물을 삽입함으로써 구현된다. 메타메터리얼 전송선 장치는 신호선(600), 결합접지 구조부, 접지 비아(620), 직렬 캐패시터부(610), 병렬 스텔브(640), 및 사각 패치 구조(645)를 포함한다.
- [0034] 신호선(600)은 하단부에 접지면이 형성된 기판의 상부에 형성된다. 신호선(600)은 일반 전송선으로 구현된다.
- [0035] 결합접지 구조부(defected ground structure, DGS)는 신호선(600)의 한쪽에만 형성된다. 이에 따라 구조를 간단하게 할 수 있을 뿐 아니라, 양쪽에 모두 결합접지 구조부가 형성되는 경우에 발생하는 직렬 공진 구조와의 간섭을 최소화 할 수 있다.
- [0036] 일 실시예에 있어서, 결합접지 구조부는 접지면의 일부 영역이 식각되어 형성된 식각 영역(630)과, 식각 영역(630) 내에 형성되며, 신호선(600) 일부에서 확장된 형태로 형성되는 두 개의 금속 영역(635)을 포함한다. 일 실시예에 있어서 금속 영역(635)은 도체로 구현되며, 그 종류는 한정되지 않는다. 즉, 결합접지 구조부는 T자형 구조로 형성된다.
- [0037] 한편, 결합접지구조(defected ground structure, DGS)는 단위 소자의 정의와 등가 회로 모델링이 가능하고, 적은 수의 주기적 배열만으로도 원하는 주기 구조의 특성을 얻을 수 있다. 또한 설계 및 구현이 간단하며 마이크로파 회로 설계시 우수한 응용 능력을 갖는다.
- [0038] 접지면의 일부 영역을 식각하고, 다시 금속 영역을 삽입함으로써, 결합접지 구조부의 인덕턴스 값을 크게 훼손하지 않으면서 부족한 캐패시턴스 값을 키울 수 있다. 이에 따라 캐패시터 및 인덕턴스를 간단하게 구현할 수 있고, 효율성을 높일 수 있다.
- [0039] 또한 신호선 아래의 식각 부분에서 대부분의 가로방향의 병렬 캐패시턴스를 구현하는 것이 가능하기 때문에 회로적으로 보다 간단하게 구성하는 것이 가능하다.
- [0040] 일 양상에 따른 직렬 캐패시터부(610)는 인터디지탈 캐패시터(interdigital Capacitor)를 포함한다. 일 실시예에 있어서, 직렬 캐패시터부(610)는 단순한 갭(gap) 캐패시터의 불충분한 캐패시턴스를 보충하기 위해 미앤더라인으로 된 형태이다.
- [0041] 설계 주파수에서 원하는 캐패시턴스가 작을 경우에는 단순히 갭(gap)으로 구현하는 것이 가능하지만, 원하는 캐패시턴스가 클 경우에는 미앤더라인의 핑거 수(꼬은 회수)를 증가시킴으로써 핑거 사이의 캐패시턴스를 증가시킬 수 있다.
- [0042] 또한, 다른 양상에 따른 메타메터리얼 전송선 장치는 신호선(600)에서 접지면으로 직접 연결되는 접지 비아(via)를 포함한다. 접지 비아(620)에 의해 세로 방향의 병렬 인덕턴스를 구현할 수 있다. 주파수가 높은 경우에 DGS 구조와 간섭이 발생할 수 있기 때문에, 바로 신호선(600)에서 접지면으로 접지 비아(via)를 형성함으로써 보다 간단하게 인덕턴스를 구현할 수 있다.
- [0043] 또한, 접지 비아(via)의 반지름 크기에 따라 인덕턴스 값을 조절할 수 있다. 기판의 높이를 변경함으로써 인덕턴스값을 조절하는 것이 가능하지만, 기판의 높이가 변경되면 다른 구성요소에 대한 파라미터가 재조정되어야 하기 때문에 기판 높이를 조절하는 것보다 접지 비아(620)의 반지름을 이용하여 인덕턴스값을 조절하는 것이 용이하다.
- [0044] 또한, 일 실시예에 따른 메타메터리얼 전송선 장치는 병렬 스텔브(640)와 정사각형의 사각 패치 구조(645)로 구현된 공진회로가 포함된다. 이는 도 5에 도시된 기존의 세로 방향의 직렬 공진회로(L_p , C_p)에 대응되는 기능을 수행할 수 있다. 즉, 병렬 스텔브 및 사각 패치구조는 병렬 스텔브가 세로 방향의 직렬 인덕턴스와 캐패시턴스를 구현하기 위한 구조이다. 일 실시예에 있어서, 병렬 스텔브(640)의 길이를 조정함으로써 인덕턴스를 보정할

수 있고, 사각 패치 구조(645)의 넓이를 조정함으로써 캐패시턴스를 조절할 수 있다.

[0045] 도 5는 일 실시예에 따른 메타메터리얼 전송선 제작 방법의 흐름도이다.

[0046] 일 실시예에 있어서 하단에 접지면이 형성된 기판에 신호선이 형성된다.

[0047] 그리고 신호선이 형성된 기판의 접지면 및 전송선 일부를 식각한다(700). 이 후에 식각 부분 내에 신호선 일부에서 확장된 형태로 형성되는 두 개의 금속 영역을 삽입함으로써 결합접지 구조부를 형성한다(710). 일 실시예에 있어서, 결합접지 구조부는 신호선의 한쪽에만 형성된다. 이에 따라 구조를 간단하게 할 수 있을 뿐 아니라, 양쪽에 모두 결합접지 구조부가 형성되는 경우에 발생하는 직렬 공진 구조와의 간섭을 최소화 할 수 있다. 금속 영역은 도체로 구현되며, 그 종류는 한정되지 않는다. 일 실시예에 있어서 결합접지 구조부는 T자형 구조로 형성된다. 이에 따라 캐패시터 및 인덕턴스를 간단하게 구현할 수 있고, 효율성을 높일 수 있다.

[0048] 그리고, 신호선에서 접지면까지 접지 비아를 형성한다(720). 접지 비아에 의해 세로 방향의 병렬 인덕턴스를 구현할 수 있다. 주파수가 높은 경우에 DGS 구조와 간섭이 발생할 수 있기 때문에, 바로 신호선에서 접지면으로 접지 비아(via)를 형성함으로써 보다 간단하게 인덕턴스를 구현할 수 있다.

[0049] 또한, 접지 비아(via)의 반지름 크기에 따라 인덕턴스 값을 조절할 수 있다. 기판의 높이를 변경함으로써 인덕턴스값을 조절하는 것이 가능하지만, 기판의 높이가 변경되면 다른 구성요소에 대한 파라미터가 재조정되어야 하기 때문에 기판 높이를 조절하는 것보다는 접지 비아의 반지름을 이용하여 인덕턴스값을 조절하는 것이 용이하다.

[0050] 이 후에 신호선의 적어도 일부를 식각하여 직렬 캐패시터부를 형성한다. 이때, 직렬 캐패시터부를 형성하는 것은 미앤더 라인 형태로 식각하여 형성하는 것을 특징으로 한다.

[0051] 설계 주파수에서 원하는 캐패시턴스가 작을 경우에는 단순히 갭(gap)으로 구현하는 것이 가능하지만, 원하는 캐패시턴스가 클 경우에는 미앤더 라인의 핑거 수(또는 회수)를 증가시킴으로써 핑거 사이의 캐패시턴스를 증가시킬 수 있다.

[0052] 이 후에, 사각 패치 구조를 형성하고, 사각 패치 구조를 신호선에 연결하여 사각 패치 구조의 임피던스를 변화시키는 병렬 스텐브를 형성하여 공진회로를 구현한다(740). 병렬 스텐브 및 사각 패치구조는 병렬 스텐브가 세로 방향의 직렬 인덕턴스와 캐패시턴스를 구현하기 위한 구조이다. 일 실시예에 있어서, 병렬 스텐브의 길이를 조정함으로써 인덕턴스를 보정할 수 있고, 사각 패치 구조의 넓이를 조정함으로써 캐패시턴스를 조절할 수 있다.

[0053] 한편, 전술한 메타메터리얼 전송선 제조방법은 컴퓨터 프로그램으로 작성 가능하다. 또한, 상기 프로그램은 컴퓨터가 읽을 수 있는 정보저장매체(computer readable media)에 저장되고, 컴퓨터에 의해 읽혀지고 실행됨으로써 구현될 수 있다. 상기 저장매체는 자기 기록매체, 광 기록 매체 등을 포함한다.

[0054] 이제까지 본 발명에 대해 바람직한 실시예들을 중심으로 살펴보았다. 본 발명이 속하는 기술분야에서 통상의 지식을 가진 자는 본 발명이 본 발명의 본질적인 특성에 벗어나지 않는 범위에서 변형된 형태로 구현될 수 있음을 이해할 수 있을 것이다. 그러므로 개시된 실시예들은 한정적인 관점이 아니라 설명적인 관점에서 고려되어야 한다. 본 발명의 범위는 특허청구범위에 나타나 있으며, 그와 동등한 범위 내에 있는 모든 차이점은 본 발명에 포함된 것으로 해석되어야 할 것이다.

부호의 설명

[0055] 600: 신호선

610: 직렬 캐패시터부

620: 접지 비아

630: 식각 영역

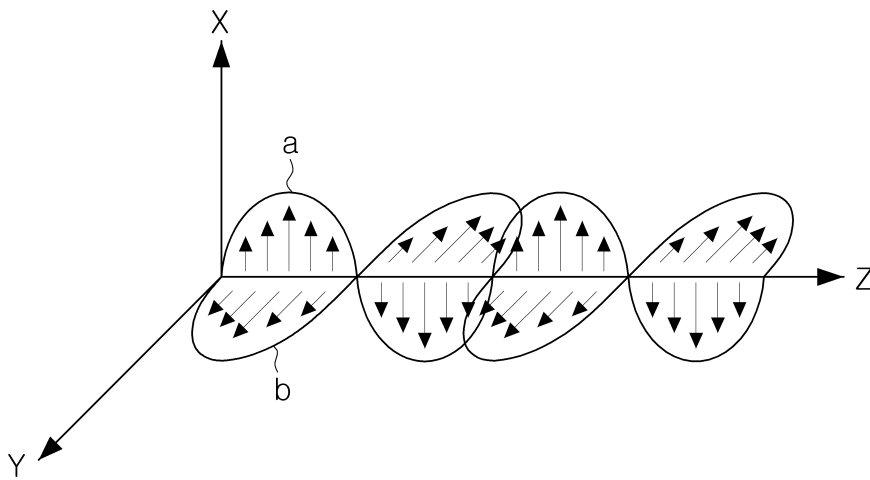
635: 금속 영역

640: 병렬 스텐브

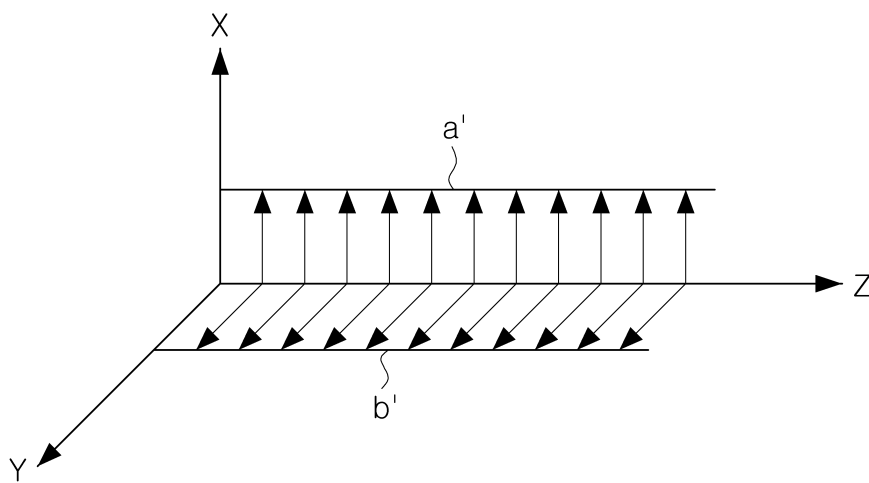
645: 사각 패치 구조

도면

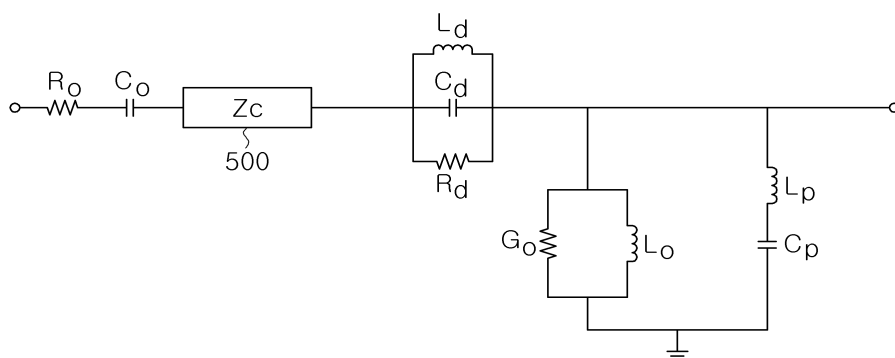
도면1



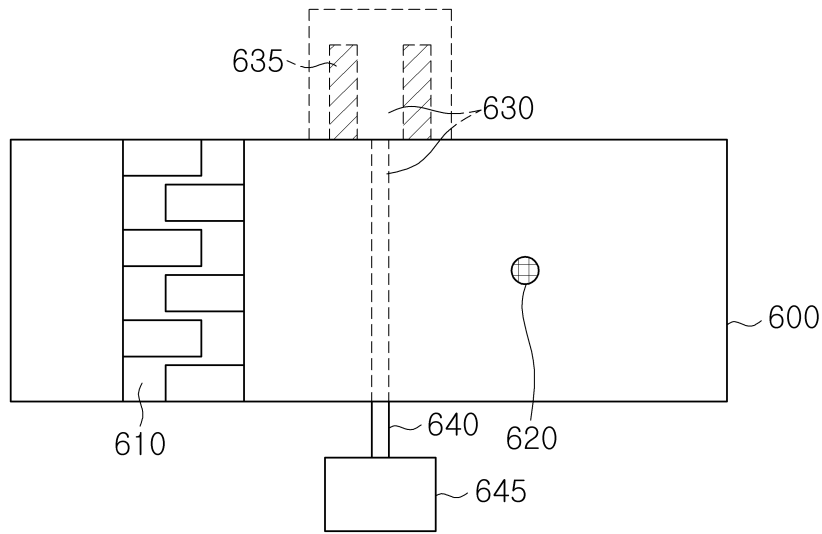
도면2



도면3



도면4



도면5

